
Stanford University Libraries
36105024645306





Die Kalkpfanne von [3]Neits-o. In der Mitte der Teich, umgeben von der Kalktuffstufe. Auf diese folgt die mit Buschwald bedeckte Sinterkalkumrandung, die die Pfanne abschließt. Ihr gehört auch das Kalkgeröll des Vordergrundes an. Auf der linken Seite sind beide Kalkstufen durch das Wild niedergetreten und ein mit Geröll bedeckter Zugang geschaffen worden.

Die Kalahari.

Versuch einer physisch-geographischen Darstellung der Sandfelder des südafrikanischen Beckens.

Von

Dr. Siegfried Passarge.
Privatdozent an der Königlichen Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin.

HERAUSGEGEBEN MIT UNTERSTÜTZUNG
DER KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Mit 3 Tafeln und 33 Abbildungen nach Original-Photographien des Verfassers im Text, sowie 7 Abbildungen im Anhang

nebst einem Kartenband

enthaltend 11 Blätter physikalische und geologische Karten nach Originalaufnahmen der Expedition der Gesellschaft British West Charterland im Ngamiland und den bisher veröffentlichten Materialien, 9 Blätter mit geologischen Profilen und Kartenskizzen, sowie ein Blatt landschaftliche Panoramen.

Textband.



Berlin 1904.
Dietrich Reimer (Ernst Vohsen).

Druck von J. J. Augustin in Glückstadt.

Meinen Eltern

in Verehrung und Dankbarkeit

zugeeignet.

Vorwort.

In den Jahren 1896—98 bereiste der Verfasser das Gebiet der ehemaligen British West Charterland Ltd., in dessen Mittelpunkt der Ngami lag. Die Aufgabe war eine rein praktische, nämlich das Auffinden wertvoller Mineralien. Dieser Hauptaufgabe mußte sich der Verfasser in erster Linie widmen, nur nebenher konnten rein wissenschaftliche Forschungen betrieben werden. So war es denn nicht möglich, den zahlreichen Problemen, die sich boten, systematisch nachzugehen, vielmehr blieb es dem Zufall überlassen, mehr oder weniger Einblick in dieselben zu gewinnen. Daher kam es denn auch in den meisten Fällen mehr zu einer Formulierung als Lösung der Probleme. Da aber manche Gegenden mit Rücksicht auf die praktischen Aufgaben verhältnismäßig genau aufgenommen wurden und ferner wegen der ausgedehnten unproduktiven Sandflächen und der Größe des Konzessionsgebietes weite Entfernungen zurückgelegt werden mußten, so waren die Ergebnisse vom wissenschaftlichen Standpunkt aus nicht unbefriedigend. Berücksichtigt man ferner, daß in der nächsten Zeit wohl kaum so verhältnismäßig eingehende Untersuchungen, wie z. B. am Ngami und im Chansefeld, wiederholt werden dürften, so ist die Ausführlichkeit der Darstellung vielleicht gerechtfertigt.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften hat zu der Herausgabe des Buches einen bedeutenden Zuschuß gewährt und damit die Veröffentlichung in vorliegendem Umfang ermöglicht. Ich möchte nicht verfehlen, an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank dafür auszusprechen.

Trotz dieser Unterstützung wäre es bei den großen Unkosten, die namentlich die Karten und Profilzeichnungen hervorgerufen haben, schwer gewesen, einen Verleger zu finden. Allein die Geographische Verlagshandlung von Dietrich Reimer (Ernst Vohsen) kam dem Verfasser in der liberalsten Weise entgegen, namentlich bezüglich der Ausstattung mit Karten, Profilen und Bildern, trotz des Risikos, den der Verlag eines rein wissenschaftlichen Buches naturgemäß hat, das doch nur einen beschränkten Interessentenkreis findet. Auch ihr spreche ich meinen besten Dank aus.

Die Herausgabe der Reiseergebnisse wurde durch mehrere Umstände wesentlich verzögert.

Einmal mußte ich sämtliche Karten selbst konstruieren und bis auf die Übersichtskarte selbst zeichnen. Sodann mußte die Bearbeitung der petrographischen Sammlung abgewartet werden. Herrn Professor *Kalkowsky* in Dresden bin ich zu aufrichtigem Dank dafür verpflichtet, daß er mit größter Sorgfalt bei der Bearbeitung vorging und keine Mühe scheute, zu einer klaren Auffassung der Verhältnisse zu gelangen. Es war dabei ganz auffällig, wie gut seine im Laboratorium gewonnenen Anschauungen mit meinen Beobachtungen im Felde stimmten. Aber noch mehr! Erst seine Untersuchungen brachten Klarheit in die merkwürdigen Verkieselungsvorgänge. Ohne die Feststellung der Begriffe „Verkieselung", „Einkieselung" und „Übergangsgesteine" wäre es wohl kaum möglich gewesen, die Diagnose einer Wüstenperiode vor der Pluvialzeit genügend zu stützen. Damit wäre aber die Grundlage für die Beurteilung der Deckschichten überhaupt nie gewonnen worden. Dieser Umstand genügt, um zu erkennen, wie wichtig und grundlegend für die Bearbeitung meiner Beobachtungen Professor *Kalkowskys* Untersuchungen geworden sind. In einer Arbeit: „Über die Verkieselung der Gesteine in der nördlichen Kalahari", Dresden 1902, hat er die Resultate seiner Untersuchungen zusammengestellt.

Nicht unwesentlichen Aufenthalt erlitt die Bearbeitung ferner dadurch, daß es mit Hinblick auf den Kalaharikalk notwendig wurde, zu einer klaren Auffassung der Kalkablagerungen unserer Seen, der „Seekreide", zu gelangen. In Lychen (Uckermark) bot sich mir Gelegenheit, solchen Studien nachzugehen und die Resultate wurden in einer Abhandlung veröffentlicht: „Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark", Jahrbuch der geologischen Landesanstalt, Berlin 1902.

Bei den Untersuchungen wurde die petrographische Ähnlichkeit des Kalaharikalks, vor allem des Kalktuffs mit der „Seekreide" erkannt. Herrn Dr. *Elich* aber bin ich zu großem Dank verpflichtet dafür, daß er diese Übereinstimmung durch Analysen bestätigte, die jedoch auch sonst wichtige Resultate erzielten.

Herr Geheimrat *v. Martens* hatte die Güte, die gesammelten Mollusken zu bestimmen, während der bekannte Diatomeenforscher Herr *Hugo Reichelt* in Leipzig die Bearbeitung der Diatomeen freundlichst übernahm. Die Ergebnisse sind im Anhang mitgeteilt worden und von großer Wichtigkeit für die Bestimmung des Charakters und Alters der Deckschichten.

Sehr störend wurde schließlich für die Herausgabe vorliegender Arbeit die Reise des Verfassers nach Venezuela im Winter 1901/02. Sie führte zu einer Unterbrechung der Arbeiten von mehr als einem Jahr.

Ursprünglich war nur eine Darstellung der Reisebeobachtungen mit kurzem Hinblick auf das übrige Südafrika beabsichtigt. Allein es zeigte sich sehr bald, daß man zu einem befriedigenden Verständnis der Verhältnisse in der Kalahari nur bei Berücksichtigung des ganzen inneren Beckens Südafrikas gelangen könne und auch die Randgebiete mindestens in großen Zügen zur Darstellung kommen mußten. So wurde denn die Betrachtung auf ganz Südafrika ausgedehnt. Allein die Sandfelder des inneren Beckens blieben dabei doch, wie ich hoffe, stets im Mittelpunkt der Untersuchung.

Andererseits zwang der Umfang des Buches und die Kosten der Heraus-

gabe auch zu einer Einschränkung. Die Veröffentlichung der Beobachtungen über die Bevölkerung nämlich mußte unterbleiben, indes wird dieselbe in einem besonderen Aufsatz erfolgen.

Dagegen sind die Beobachtungen über die Pflanzenwelt noch zur Darstellung gelangt, während freilich auf die der Tierwelt von vornherein verzichtet werden mußte aus Mangel an eigenem Beobachtungsmaterial. Eine kleine botanische Sammlung aus dem Betschuanenland wurde in dem botanischen Institut von Herrn Geheimrat *Engler* bestimmt. Zahlreiche Bäume und Sträucher konnten ferner nach meinen Zeichnungen und Notizen bestimmt werden, dank dem außerordentlichen Entgegenkommen seitens der verschiedenen Beamten des Botanischen Gartens. Ich nenne besonders die Herren *Schumann, Gürke, Gilg, Harms* und *Lösener*. In demselben Sinne unterstützte mich Herr Professor Dr. *Schinz* in Zürich, dem ich hiermit gleichfalls meinen besten Dank aussprechen möchte.

So ist denn vorliegende Arbeit der Versuch einer physisch-geographischen Darstellung der Kalahari und ihrer Beziehung zum übrigen Kontinent und soll damit gewissermaßen die Grundlage liefern für fernere Studien über die Bevölkerung, ihre Existenzbedingungen, ihre Entwicklung und ihre Geschichte. Möge der Versuch nachsichtige Beurteilung finden!

Berlin, im Juli 1904.

Siegfried Passarge.

Inhaltsverzeichnis.

Die Tafeln.

Die Abbildungen.

Die Karten.

Geologische Profile und Panoramen.

Kapitel I.

Die Erforschung der Kalahari.

Die Entdeckungsgeschichte Südafrikas beginnt mit der Besetzung des Kaps durch die Holländer im Jahre 1652. Schrittweise, unter Kämpfen mit den Eingeborenen, besiedelten sie das Kapland bis zum Fischfluß und drangen auf Expeditionen bis zum Oranje vor. Wenn auch zwei holländische Expeditionen in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts (1761—62 und 1791—92) bis in das Groß-nama- und Damaraland vordrangen[1]), so bildete doch ums Jahr 1800 der Oranje der Hauptsache nach die Grenze des bekannten Landes. Bei der Unwirtlichkeit, der Dürre und Wasserarmut des Landes, bei der Beschwerlichkeit und den Gefahren des Reisens, sowie vor allem bei dem Fehlen aller und jeder Schätze, die das Verlangen der Kolonisten hätten erregen können, ist der langsame Fortschritt der Erforschung nur zu verständlich.

Lichtenstein[2]), dem wir so ausgezeichnete Darstellungen von dem Kapland, der Karró und ihren Bewohnern verdanken, war der erste wissenschaftliche Reisende, der den Oranje 1805 überschritt und bis an den Rand der Kalahari nach Alt Lattaku vordrang, einem Platz, der nördlich des heutigen Kuruman lag. Doch wie häufig in Südafrika waren auch hier den Forschungsreisenden bereits die Missionare zuvorgekommen; Lichtenstein fand in Alt Lattaku eine Missionsstation vor. Im Laufe der beiden nächsten Jahrzehnte wurde das Betschuanenland bis zum Bamangwatoland hin von Missionaren, Jägern und Händlern erschlossen. Der Missionar *Campbell*[3]) machte 1813 eine ausgedehnte Reise in dem Kapland, namentlich am Oranje entlang, und erreichte gleichfalls Alt Lattaku, im Jahre 1820 gelangte er sogar ins Bamankétsegebiet nach Karitsehnne, das etwa in der Gegend des heutigen Kanya lag. Seine Beschreibungen sind für das Volksleben von größtem Interesse, während *Burchell*[4]), der schon im Jahre 1810—12 das Land nordwestlich von Kuruman oder Neu Lattaku durchforschte, hauptsächlich naturwissenschaftliches und ethnographisches Material gesammelt hat.

Die Wanderungen der Buren und ihre Staatengründungen haben die wissenschaftliche Durchforschung Südafrikas ganz wesentlich beschleunigt, und groß sind auch die Verdienste der 1834 gegründeten Kapgesellschaft zur Erforschung Zentralafrikas. So bereiste Dr. *A. Smith* 1835—36 in ihrem Auftrag das Gebiet zwischen Delagoa Bai und dem Bakwennland.

Aber auch im Westen war man tätig. Sir *James Edward Alexander*[5]), ein englischer Offizier, machte im Jahre 1836—37 eine gefahrvolle Reise von Kapstadt nach Walfischbai, auf der er durch gute kartographische Aufnahmen den Unterlauf des Oranje festlegte und zum ersten Mal ein ganz neues Gebiet, nämlich das Nama- und südliche Dámarnland erschloß. Freilich waren auch hier Missionare schon tätig, so z. B. der bekannte Rev. *Schmelen*. Alexanders

Reisewerk ist sehr interessant geschrieben und vor allem für die damaligen ethnographischen und politischen Verhältnisse wichtig.

So waren denn Ende der vierziger Jahre die Gebiete im Umkreis der Kalahari von Walfischbai bis zum Oranje, und vom Kapland bis zum Bamangwatoland in großen Zügen bekannt. Die Erforschung des wirklichen Kalaharibeckens begann aber doch erst mit der bahnbrechenden Reise von *Livingstone*[6]), *Oswell* und *Murray*. Letztere kamen des Jagdsports wegen ins Betschuanenland. Livingstone, der als Missionar in Kolobeng wohnte und Land und Leute in neunjähriger Missionsarbeit gründlich kennen gelernt hatte, schloß sich ihnen an. So brach denn die Expedition am 1. Juni 1849 von Kolobeng auf und zog an der Ostgrenze der Kalahari, aber bereits auf dem Kalahariplateau hin über die Brunnen Schokwane, Boatlanama, Lopepe, Maschwe, Lobotani nach Sserotli, einer Wasserpfanne, die schon in der Kalahari, westlich des bewohnten Bamangwatolandes, liegt. Die Expedition umging letzteres Land, weil der Häuptling Ssekumi die Erschließung des Ngamilandes durchaus verhindern wollte. Von Sserotli aus durchquerte man die östliche Kalahari an der schmalsten Stelle unter großen Gefahren, besuchte dabei den Teich Mathuluani, der mit unserm Batschukuru identisch sein muß, und erreichte das Makoko-Flußbett, dem man bis Lotlakani folgte. Ohne Schwierigkeit erreichte man ferner die Salzpfanne Ntschokútsa und den Schilfsumpf Kumadau. Nun hatte die Expedition gewonnenes Spiel. Die gefahrvolle Kalahari lag hinter ihr und spielend gelangte man, am Botletle entlang reisend, am 1. August 1849, genau 2 Monate nach der Abreise von Kolobeng, nach dem Ngami.

Man kann sich nur schwer eine Vorstellung von der Wirkung dieser Reise machen. Wie der erste kräftige Tropenregen mit Zauberschlag die üppigste Vegetation entstehen läßt und die ganze Tierwelt nach dem trägen Winterschlaf zu neuem Leben erweckt, so geriet nach dieser glänzenden Entdeckung die ganze gebildete Welt Südafrikas und Europas in Bewegung. Händler, Jäger, Forscher, Missionare überschwemmten plötzlich die neu erschlossenen Länder und in wenigen Jahren war das unbekannte Innere der Kalahari und des Ngamilandes geographisch der Hauptsache nach bekannt.

Livingstone selbst war nicht untätig. Im folgenden Jahre (1850) reiste er mit seiner ganzen Familie und dem Häuptling Setschile zum zweiten Mal zum Botletle, um von dort den Makololohäuptling Ssebituane am Kwando zu erreichen. Er kam bis zum Tamalakáue, kehrte aber um, ohne sein Ziel erreicht zu haben. Sehr bezeichnend für die Bedeutung Livingstones erster Reise ist es, daß er auf dieser zweiten Reise bereits eine Gesellschaft englischer Händler und Jäger am Botletle traf, unter ihnen sogar einen jungen Künstler Rider, der leider dort starb.

Da die Reise zu Ssebituane wesentlich an dem Widerstand Letschulatebes, des Häuptlings der Batauana, gescheitert war, so verließen Oswell und Livingstone auf der dritten Reise 1851, auf der letzterer wiederum seine Familie mitnahm, an der Salzpfanne Ntschokutsa den alten Weg, durchquerten mit Hülfe der Buschmänner das Gebiet der Makarrikarripfannen bis zum Wasserplatz Kamakama und gelangten nach unsäglichen Mühen zum Mababesumpf. Die ganze Expedition ging auf dieser gefahrvollen Reise durch das wasserlose Sandfeld fast zu Grunde. Man erreichte aber nicht nur den Kwando und Ssebítuanes Stadt Linyanti, sondern auch den Sambesi bei Schoscheke — eine zweite Entdeckung ersten Ranges!

Im Juni 1852 trat Livingstone seine letzte und größte Reise von Kapstadt aus an, dieses Mal allein. Er ging von Ntschokutsa aus mehr westlich als 1851 über Kubi nach Kamakama, dann aber mehr östlich an dem Ngwa-Berg vorbei nach dem Kwando. Auf seiner weiteren berühmten Reise, die ihn nach Loanda führte, legte er den Lauf des Sambesi im sogenannten „Zentraltal" fest, entdeckte

den Dilolosee und betrat dann das Kongobecken. Nach dem Makololoreich zurückgekehrt, verfolgte er den Sambesi abwärts bis zur Mündung.

Die Bedeutung Livingstones beruht nicht nur auf der bahnbrechenden Wirkung seiner Reisen für Handel und Forschung, vielmehr ist Livingstone bis auf den heutigen Tag der bedeutendste wissenschaftliche Forscher des östlichen Kalaharigebiets geblieben. Seine Schilderung der südlichen Kalahari und selbst des Betschuanenlandes steht heute noch unübertroffen da; das meiste, was wir aus jenen Gebieten wissen, stammt von ihm. Er hat die Stellung des Okavango-Botletle und der Makarrikarrisalzpfannen richtig erkannt, und seine Erkundigungen über das gewaltige Sumpfgebiet des Okavango und seiner Flußläufe haben sich eigentlich nur bestätigt und sind seitdem nicht wesentlich bereichert worden. Livingstone hat das große Verdienst, mit scharfem Blick die gewaltigen Veränderungen erkannt zu haben, die sich in dem Wasserreichtum des Kalaharibeckens, ja von ganz Südafrika vollzogen haben. Wiederholt weist er auf die Abnahme der Niederschläge in historischer Zeit hin, und es ist ihm auch nicht entgangen, daß die mittlere und nördliche Kalahari ein alter See gewesen ist. Er schloß dieses aus den rezente Gastropoden führenden, überall unter dem Sand auftretenden jungen Kalklagern. Livingstone ist noch weiter gegangen, er hat auch eine Erklärung für die Trockenlegung gesucht und gefunden. Bei dem Anblick des gewaltigen Durchbruchs des Sambesi durch das Hügelland an den Viktoriafällen kam ihm der Gedanke, daß dieser Durchbruch mit dem Aufhören des alten Sees zusammenhänge. Mag der Durchbruch durch jenes Hügelland speziell eine Rolle gespielt haben oder nicht — die Frage steht offen —, bewunderungswürdig ist der geniale Blick dieses durchaus nicht geographisch ausgebildeten Missionars, der erstens die Seenatur des Beckens und zweitens seinen ehemaligen ausgiebigen Abfluß zum Sambesi-Kwando-Tal erkannt hat. Gilt doch selbst bis auf den heutigen Tag in der wissenschaftlichen Welt die Kalahari im allgemeinen für ein altes Wüstengebiet und ihr Sand für eine uralte äolische Aufschüttung, während die meisten Meteorologen einer Klimaänderung durchaus skeptisch gegenüberstehen.

David Livingstone ist also nicht nur zeitlich, sondern auch der Bedeutung nach der erste Erforscher des Kalaharigebiets.

Wie erwähnt, folgten Schwärme von Reisenden den Bahnen, die Livingstone geschaffen. Aber meist waren es Händler ohne Bildung, deren Reisen kaum dem Namen nach bekannt wurden, obwohl ihre Wege durch ganz neue und höchst wichtige Gebiete gingen, so z. B. die prachtvolle Reise von Shelley und Orpen 1852 von Kuruman nach Lehututu ins Herz der Kalahari, Mac Cabes Reise von Kanya nach dem Chansefeld und Ngami-See. Das waren Leistungen ersten Ranges, wissenschaftlich aber ganz unfruchtbar. Nur einen unmittelbaren Nachfolger hat Livingstone in dem östlichen Kalaharigebiet, der nicht nur zu reisen, sondern auch zu beobachten und zu berichten verstand, nämlich *James Chapman*[7]). Chapman durchforschte und eröffnete 1852—55 für Händler und Jäger das Makarrikarrigebiet, sowie die Verbindung desselben mit dem Bamangwatoland und dem Kwando. Seine Beobachtungen in dem Salzpfannengebiet sind bis zum heutigen Tag die besten, die uns überliefert sind. Dagegen sind seine kartographischen Aufnahmen nicht gut, seine Karte im ersten Band steht oft im Widerspruch mit dem Text, und erst auf der letzten großen Reise 1861—62 von Walfischbai zum Sambesi hat sein Begleiter Baines[8]) brauchbare Aufnahmen gemacht. Auf diese Reise kommen wir noch zurück.

Inzwischen waren nach Livingstones erfolgreicher Entdeckung des Ngamisees auch im Westen Forscher tätig. *Galton*[9]) und *Andersson*[10]) landeten im August 1850 in Walfischbai und erforschten nicht nur das kaum dem Namen nach bekannte Damaraland, sondern drangen sogar in das seiner Existenz nach gänzlich unbekannte Ovamboland vor. Die Entdeckung des volkreichen fruchtbaren Landes

nördlich des Steppengebiets der Westküste war eine geographisch wichtige Begebenheit. Auch lernte die Welt zum erstenmal die Verhältnisse im Damara- und Namaland, namentlich auch in ethnographischer Hinsicht kennen. Dagegen mißlang der Versuch, den Ngami von Westen her zu erreichen; man kam nur bis Rietfontein. Galtons Reise war auch wichtig wegen der astronomischen Ortbestimmungen, die recht gut sind und z. B. Rietfontein ziemlich genau an die Stelle bringen, wie die neue gäodätische Vermessung.

Während Galton 1851 nach Hause reiste, setzte Andersson die Forschungen fort und erreichte denn auch 1854 den Ngamisee. Über diese Reise, sowie die erste mit Galton hat er einen ausführlichen Bericht verfaßt, der zahlreiche gute Beobachtungen enthält, nicht nur über die Tierwelt, sondern auch einiges über die geologischen Verhältnisse.

Bald nach Andersson trat ein Mann auf den Schauplatz südafrikanischer Forschung, der zu den größten afrikanischen Reisenden gehören würde, wenn er es verstanden hätte, seine Erlebnisse und Beobachtungen ausführlich zu veröffentlichen, nämlich der Elefantenjäger *Green*. Zum Teil sind seine Reisen dadurch für die Wissenschaft wertvoll geworden, daß er gebildete Begleiter mitnahm, so z. B. die Missionare *Hahn* und *Rath*[11]), sowie Professor *Wahlberg*, der ihn am Botletle begleitete, leider aber von einem Elefanten getötet wurde — ein großer Verlust für die Wissenschaft. Die erste große Tat Greens war die Erforschung des Tauchegebiets zwischen dem Ngami und Libebe. Libebe, ein als Zauberer berüchtigter Häuptling der Baviko (Mambukuschu), war schon von Livingstone erkundet worden. Er wohnte am Embarrah (Dware), d. h. Okavango, von dem alle Arme des Sumpfgebiets ausgehen. Es hieß, daß er den Lauf der Flüsse absperren könnte, und erhielt von seinen Nachbarn deshalb Geschenke. Auch war sein Platz ein wichtiges Handelszentrum, das mit Vorliebe von den Mambaris besucht wurde, Sklavenhändlern aus dem portugiesischen Angola.

Anderssen war übrigens schon 1854 vom Ngami aus den Tauche ein Stück aufwärts gefahren und hatte ein richtiges, anschauliches Bild von dem Sumpfland entworfen.

Green gelang es unter unsäglichen Mühen in Begleitung eines Mr. Wilson nach Andersson (von Wahlberg nach Chapman), den Platz Libebes zu erreichen. Die Reisenden verloren durch die Tsetsefliege alle Tiere und mußten schließlich ihr Gepäck selbst tragen. Green gibt in einem Bericht die Breite von Libebes Stadt — unser Andara — ganz richtig an als annähernd 18°, dagegen zu weit westlich, 21°. Seine Kartenskizze vom Tauche ist bis in die letzten Jahre maßgebend gewesen. Merkwürdiger Weise ist aber Libebe, trotz Greens richtiger Angabe, auf allen Karten um fast 1° zu weit nach Norden geschoben worden, erst v. François (1891—92) korrigierte die Lage des Platzes.

Während die Erforschung des Okavango schon seit Livingstones erster Reise ein erstrebenswertes Ziel der Reisenden war, das Green erreichte, trat bald für diesen Forscher, ebenso wie für Andersson eine zweite Aufgabe in den Vordergrund, die Erschließung des K u n e n e.

Galton und Andersson hörten bereits in Ondonga von einem großen Fluß, der im Norden läge. Ersterer versuchte 1857 denselben zu erreichen, Hahn und Rath begleiteten ihn. Sie gingen östlicher als Galton, nämlich zuerst den Omuramba u Omatako abwärts, dann nach Nordwesten den Omuramba u Ovambo entlang zum Onandovasee. Sie erreichten das Ovamboland, kamen nördlicher als Galton, wurden dann aber zur Rückkehr gezwungen und vom Häuptling Nangoro in Ondonga angegriffen. Trotz ihrer Übermacht erlitten die Ovambo eine schwere Niederlage.

Andersson[12]) versuchte im folgenden Jahr (1858) vergeblich auf geradem Weg nach Norden durchs Kaokofeld den Kunene zu erreichen; er kam mit der ganzen Expedition auf einer Durststrecke fast um. Bei dem Versuch 1858—59 in

östlichem Bogen die feindlichen Ovambostämme zu umgehen, entdeckte Andersson den Oberlauf des Okavango. In derselben Zeit war auch Green am mittleren Okavango und kam Andersson, der sich in ziemlicher Bedrängnis durch Eingeborene und Krankheiten in einem festen Lager nahe dem Okavango befand, zu Hülfe.

Der Erfolg dieser Reisen war die Festlegung des Okavango. Was wir ferner von dem Lande zwischen Okavango und dem Ovamboland wissen, verdanken wir bis in die jüngste Zeit lediglich den Mitteilungen von Andersson.

In die Jahre 1861—62 fällt die Reise Chapmans von Walfischbai nach den Viktoriafällen. Dieselbe hat manches Neue gebracht. Der Versuch, vom Chansefeld aus nach Nordwesten ins Damaraland vorzudringen, mißlang zwar, indes lernten sie doch Teile des Sandfeldes westlich des Ngami kennen mit einigen interessanten trockenen Flußläufen, die zu viel Mißverständnissen Anlaß gaben. Wichtig war ferner vor allem die Verbindung der Nordostecke des Botletle mit dem Sambesi durch die große Madenassawildnis. Diese Route, nebst dem Chapmanschen Reiseweg im Jahre 1854, nämlich am Ostrand der Makarrikarripfannen entlang nach Schoschong, wurde in Zukunft eine Hauptbandelsstraße nach dem Sambesi, auf der zahlreiche spätere Reisende, wie z. B. Holub[13]), Mohr[14]) (teilweise), Serpa Pinto[15]), Aurel Schulz und viele andere zogen.

Der Kunene wurde erst im Jahre 1864 von Smuts[16]) erreicht, dann im folgenden Jahre von Green[17]), der aber nicht das fand, was er suchte, nämlich ein neues großartiges Jagdfeld mit Elefanten. Andersson, der alte Veteran[18]), unternahm im Jahre 1867 mit alter Zähigkeit eine neue Reise nach dem ersehnten Fluß. Er erreichte ihn wirklich, starb aber am 5. Juli 1867 im Ovamboland an einer schleichenden Dysenterie, der sein von den Wunden des Hottentottenkrieges geschwächter Körper nicht widerstehen konnte. Seitdem ist der Kunene oft besucht worden.

Anderssons Nachfolger wurde sein Neffe *Ericson*. Es gibt wohl kaum einen anderen Mann, der unsere Kolonie und das Kalaharigebiet so kennen gelernt hat, wie Ericson, allein außer reichen zoologischen, namentlich ornithologischen Sammlungen, haben seine zahlreichen Reisen wissenschaftlich kaum Wert gehabt. Er starb vor einigen Jahren.

In den siebziger Jahren ist von einzelnen Reisenden besonders ***Selous***[19]) zu nennen. Abgesehen von seinen Reisen im Matabele-Maschonaland hat dieser berühmte Jäger im Jahre 1879 das Land zwischen Botletle und Kwando kreuz und quer durchstreift. Selous*) ging mit seiner Expedition fast zu Grunde bei dem Versuch, von Kamakama nach dem Mababesumpf vorzudringen, gerade so wie früher Livingstone. Seine Beschreibungen sind für Jäger und Zoologen sehr interessant, geographisch aber inhaltlos und seine Karte sehr wenig brauchbar.

In demselben Jahrzehnt und dem folgenden überschwemmten die Trekburen das ganze weite Land zwischen dem Betschuanenland und Benguella. Ihre Züge sind aus zwei Gründen bedeutsam. Einmal eröffneten sie mit Wagenwegen das ganze Land in ausgiebiger Weise. Es gibt keinen größeren Wasserplatz, selbst in der zentralen Kalahari und der großen Omaheke, den die Trekburen nicht aufgesucht haben. Sodann aber vernichteten sie den Wildstand gründlich durch rücksichtsloses Abschießen und schufen dadurch zum Teil ganz andere, auch in geologischer Beziehung wichtige Verhältnisse.

Eine bemerkenswerte Reise fällt ins Jahr 1884. Zwei Deutsche, ***Aurel Schulz***[20]) und ***Hammar***, gingen nämlich von Pandamatenka aus, das sie auf dem bekannten Sambesiweg erreicht hatten, den Kwando aufwärts bis Matambanyas Stadt. Sie überschritten hierbei den Sselinda, einen Verbindungsarm des Okavangosumpfes mit dem Kwando. Zur Umkehr gezwungen, erreichte Schulz auf fluchtähnlichem Marsch quer durch das Mabulasandfeld Andaras Dorf am Okavango (Greens Libebe). Dort

*) Ausgesprochen Sselús.

wurde er von einer Gesandtschaft des Batauanahäuptlings Moremi gezwungen, zum Ngami zu gehen. Denn man hielt ihn und seine Leute für Späher der Matabele. Auf der großen Straße am Botletlo entlang nach Ntschokutsa-Jukauani-Tlaballa kehrte er nach Schoschong zurück.

Das Reisewerk von Schulz erschien erst im Jahre 1897 und ist von einer recht guten Karte im Maßstab 1:2000000 begleitet, die allerdings nur Schulz' Reiseweg zeigt. Die Breiten sind im allgemeinen richtig, die Länge von Andara geht aber um rund 30′ zu weit nach Westen, die der Viktoriafälle aber um 10′ zu weit nach Osten. Schulz hat zum ersten Mal die Route von Andara nach dem Ngami aufgenommen. In dem Buch selbst gibt er eine klare Darstellung des Gesehenen und Erlebten, leider aber ohne Benutzung der früheren Literatur. Ein spezielles Gebiet der Wissenschaft wird nicht bevorzugt. Den Zoologen erfreut manche wertvolle Notiz, denn Schulz war ein guter Jäger, aber auch der Ethnograph findet in diesem Buch Interessantes über die Kwandostämme. Für den Geographen wertvoll sind seine Notizen über die Beschaffenheit des Mabulafeldes, des Kwando und des Okavangosumpflandes. Der Nachweis der Verbindung zwischen Okavango und Kwando ist Schulz' Verdienst, und wurden seine Angaben von Gibbons[21]) völlig bestätigt.

Seit dem Jahre 1884, nämlich der Besitzergreifung Südwestafrikas durch Deutschland, beginnt für das westliche Grenzgebiet der Kalahari eine neue Periode der Forschung, die sich aber auch auf die westliche Kalahari selbst erstreckte.

1884—87 fällt die Reise von Professor Dr. *Schinz*[22]), die namentlich in botanischer Hinsicht wichtig ist. In erster Linie galt ja sein Ziel der deutschen Kolonie im Namalande, allein er hat dann auch das Damaraland und Ovamboland durchforscht, ja ist sogar vom Omurambe u Omatako nach Ost zum Ngami durchgebrochen. Diese Reise quer durch das Sandfeld ohne Weg und Führer ist eine tüchtige Leistung, die alle Anerkennung verdient. Leider war Schinz infolge der ungünstigen äußeren Umstände nicht in der Lage, sorgfältige kartographische Aufnahmen zu machen, daher sind manche seiner topographischen Angaben recht unsicher. Man kann bestimmt sagen, daß der Apato mit dem Deuib identisch ist und Lewisfontein mit unserem ³Gam. Der fernere Weg konnte auf Grund persönlicher Besprechung mit Professor Schinz mit einiger Genauigkeit festgestellt werden. So besann sich Professor Schinz noch auf den Sandrand mit Mochonónobusch, der die Ebene des Okavangobeckens begrenzt. Vorher passierte er die „Bitterpits“, also wohl ²Kum²gauni oder ²Kau²ganna. Eine merkwürdige Lösung fand die Frage nach dem großen Seebecken und Flußbett, der Makuba Vley, auf Schinz' Karte. Dasselbe war auch bei eingehendster Befragung der Eingeborenen nicht zu ermitteln. Niemand kannte ein solches in der entsprechenden Gegend. Nach der mündlichen Beschreibung von Schinz hat nun aber *Franz Müller* die Stelle wiedererkannt. Es ist ein ehemaliges Makubadorf, das an einem kleinen Schilfbecken von ca. 1 ha Größe lag, an dem alten Wege vom See nach Denokaning. Derselbe entsprach anfangs dem Weg nach Nakuletschwi, bog aber etwas vor der „Makuba Vley“ nach links ab. Dort stand früher eine Hyphaene, eine gute Landmarke in der baumlosen Ebene, die Dr. *Fleck*, der mit Müller reiste, abgehauen hat. Die Stelle liegt westlich der Platte aus Kalksandstein, die die breite Alluvialebene begrenzt. (Vergl. Karte I.) Der Omuramba, dem Schinz folgte, ist also ein alter Arm des Tauche.

In die Jahre 1890—92 fallen wichtige Reisen des Majors *v. François*[23]) und Dr. *Fleck*[24]).

1890 drang v. François auf dem bekannten Weg über Gababis, Olifantskloof, Rietfontein durchs Chansefeld nach Bolibing vor. Im Oktober 1891 machte er von Stolzenfels am Oranje aus einen Ausflug nach dem südlichen Rietfontein. Am Ende desselben und Anfang des nächsten Jahres legte er auf einem größeren Ausflug den Lauf des Omuramba u Omatako und den Mittellauf des Okavango

fest, kreuzte den ²Kaudum und Schadum und kehrte nach Westen abbiegend zum großen Omuramba zurück. Noch in demselben Jahre sehen wir diesen Reisenden von Westen her in die südliche Kalahari eindringen, von Hoáchanas zum ╪Nossob, nach Okwa, dann südlich nach Uche, Lehútutu und zum ╪Nossob zurück nach Hoáchanas.

Inzwischen hatte auch *Dr. Fleck* eine wichtige Reise vollendet. Er ging nämlich vom ╪Nossob quer durch die Steppe nach Utschi. Auf diesem Wege war er einmal 3 Tage und 4 Nächte ohne Wasser. Von Utschi gings nach Uche und Lehututu, dann direkt nach Norden auf der großen Straße nach Okwa zum Chansefeld. Dr. Fleck stellte dann die Lage von Denokaning fest, die Schinz' Karte nicht richtig wiedergibt, und besuchte schließlich noch Toting, Letschulatches alte Stadt am Ostende des Ngami.

Sowohl v. François als Dr. Fleck haben ganz außerordentlich interessante Gebiete bereist, leider aber nur sehr kurze Berichte über die Ergebnisse der Reisen veröffentlicht. Das ist in hohem Grade bedauerlich. Wirklich verwertet ist nur das kartographische Material, das in den „Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten" veröffentlicht worden ist.

Im Norden unserer Kolonie Deutsch-Südwest-Afrika war seit 1893—96 und 1901—02 *Dr. Hartmann* [25]) tätig, der das Gebiet der Otaviminen und das Kaokofeld auf zahlreichen Zügen kennen lernte, aber auch das Ovamholand bis zum Kunene und Mossamedes bereiste. In einem zusammenfassenden Werk wird Dr. Hartmann die Resultate seiner Reisen veröffentlichen. Wir dürfen demselben mit großem Interesse entgegensehen.

In jüngster Zeit haben Oberleutnant *Volkmann* [26]) (1901) und Stabsarzt *Jotka* [27]) (1902) von Grootfontein ausgehend das Sandfeld zwischen Kunene und Okavango durchquert, erreichten letzteren Fluß nahe der portugiesischen Grenze und zogen ihn bis zur Einmündung des Fontein Omuramba abwärts. Am Omuramba u Omatako entlang kehrten sie zurück. Über ihre Reise haben beide interessante Berichte veröffentlicht, während Oberleutnant *Eggers* [28]) über seine Reise nach Niangana leider nur sehr kurze Notizen gebracht hat.

Inzwischen brachten die letzten beiden Jahrzehnte auch im englischen Teil der Kalahari manche Fortschritte. So hat in den achtziger Jahren *Franz Müller* einen dauernden Handelsweg von Mafeking quer durch die Kalahari nach Lehututu und weiter nach dem Chansefeld und dem Ngami eröffnet. Im Jahre 1889 unternahm er eine Expedition vom Ngami nach Andara und weiter auf neuem Wege nach Lialui, der Barotsehauptstadt im Samhesital. Müller ist infolge seines 15jährigen Aufenthaltes im Lande als Händler, seiner direkten persönlichen Beziehungen zu den Eingeborenen und seiner klaren Beobachtungsgabe zufolge zweifellos der beste Kenner der Kalahari und des Ngamigebietes. Seine Angaben sind absolut zuverlässig und wahrheitsgetreu. Gerade infolge seiner Wahrheitsliebe, seiner Unerschrockenheit und seines festen Charakters hatte unser Landsmann unter den Batauana einen Einfluß gewonnen, wie ihn kein anderer Fremder besaß, und dem selbst der Batauanahäuptling sich manchmal beugen mußte. Indes hat Müller niemals von diesem Einfluß Mißbrauch gemacht, und darin lag gerade seine Stärke. Viele Angaben über Land und Leute verdanke ich ihm. Leider sind seine langjährigen Tagebücher vor kurzem verloren gegangen.

Im Jahre 1891 bereiste *Wilkinson* [29]) zusammen mit dem Geologen *Penning* von Vryburg und Mafeking aus das Molopo-Gebiet in der südlichen Kalahari. Oberst *Gould Adams* ging 1896, von F. Müller geführt, von Mafeking über Lehututu und das Chansefeld zum Ngami, dann weiter über Andara nach Lialui und wieder zurück. Außer astronomischen Beobachtungen ist aber meines Wissens nichts von geographischem Interesse über diese Reise veröffentlicht worden.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die nördliche Kalahari, die wir bisher ganz vernachlässigt haben.

Nachdem Livingstone den Oberlauf des Sambesi in großen Zügen festgelegt hatte, waren zahlreiche Reisende seinen Spuren gefolgt, ohne wesentlich Neues zu bringen. Alle hielten sich hauptsächlich an das Tal des Sambesi selbst, während die Gebiete westlich und östlich eigentlich ganz unbekannt blieben. Das Tal selbst und besonders seine Bevölkerung wurden freilich gründlich erforscht, z. B. von *Holub*, *Coillard*, *Arnot* u. a. *Serpa Pinto*[30]) durchquerte 1878 zuerst das westliche Gebiet, von Bihe und den Quellen des Kwande kommend. Ihm folgten *Capello* und *Ivens*[31]) (1884—85) auf südlicherem Wege. Einen gewaltigen Aufschwung nahm die Erforschung des Barotselandes aber in jüngster Zeit infolge des politischen Interesses, das England nach Erwerbung von Rhodesia gewann. Drei englische Offiziere, *Gibbons*, *Quicke* und *Hamilton*[32]) bereisten auf vielen Kreuz- und Querzügen das Gebiet des Zentraltals und seiner Nebenflüsse, so vor allem den Kwando, Simona, Lumbi u. a. *Percy Reid* und *Bertrand*[33]) folgten dem Matsebili aufwärts und drangen dann nach Lialui vor. Sodann erforschte Reid den unteren Kwando[34]). So wurden wir denn topographisch mit dem Flußsystem des Zentraltals recht gut bekannt, allein geographisch interessante Darstellungen blieben aus. Gibbons sowohl wie Bertrand, die umfangreiche Werke veröffentlichten, bringen hauptsächlich Schilderungen von Jagden und persönlichen Erlebnissen.

Wichtiger, namentlich vom botanischen Standpunkt aus, wurde die Kunene-Sambesi-Expedition des Kolonialwirtschaftlichen Komitees. *Baum*[35]) hat in seinem Reisewerk nicht nur eine ausführliche Darstellung der Vegetationsverhältnisse gebracht, sondern auch über die Beschaffenheit des Landes, die Bodenverhältnisse, die Bevölkerung interessante Beobachtungen gemacht, die von großem Wert sind. Er ging von Mossamedes über das Schellagebirge nach Osten zum Kunene, erreichte den Kubango bei Massaka und folgte ihm abwärts bis ins Gebiet der Ovaknangaris. Er überschritt den Kwito und erreichte die Wasserscheide zum Kwande, mußte dann aber infolge von Erkrankung umkehren.

Hiermit enden die Reisen, die für die Erforschung des inneren Beckens Südafrikas von Bedeutung geworden sind. Sie tragen durchweg den Charakter von „Durchreisungen“, nicht von systematischen Aufnahmen. Auch auf die Reisen wissenschaftlich durchgebildeter Forscher, wie Schinz und Fleck, trifft diese Behauptung zu. Erst in allerletzter Zeit ist auf Grund angeblicher Funde von Kohlen und Blaugrund die südliche Kalahari durchforscht worden, aber anscheinend mehr von praktisch als wissenschaftlich vorgebildeten Leuten.

In den wirklich kolonisierten Gebieten aber, in der Kapkolonie bis hinauf nach Rhodesia, wurden selbstverständlich nicht nur gründliche topographische, sondern auch geologische Aufnahmen durchgeführt. Letztere lagen anfangs zwar ausschließlich in der Hand von Privatleuten, namentlich von Bergingenieuren, im Anschluß an die Bergwerksbetriebe auf Diamanten und Gold, allein Ende der neunziger Jahre haben sowohl die Kapkolonie wie Transvaal eine staatliche geologische Landesaufnahme begonnen, die bereits sehr bemerkenswerte Resultate erzielt hat, aber durch den Krieg leider im wesentlichen unterbrochen wurde.

Wir dürfen aber von jetzt ab von den Landesaufnahmen sehr wertvolle Forschungen erwarten.

Anmerkungen.

1) *Büttner*: Erste Reise eines Europäers nach Damaraland. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde 1889.
Schlichter in Scotch Geographical Magazin. 1891. S. 472.

2) *Lichtenstein*: Reisen im südlichen Afrika in den Jahren 1803—06. Berlin 1811. 2 Bde.

3) *Campbell*: Travels in South Afrika. London 1822.

4) *Burchell*: Travels in the Interior of Southern Africa. London 1824.

[5]) *Alexander:* An Expedition of Discovery into the Interior of Africa. London 1838.
[6]) *Livingstone:* Missionary Travels and Researches in South Africa. London 1857.
Deutsche Übersetzung. Leipzig 1858.
[7]) *Chapman:* Travels in the Interior of South Afrika. London 1868.
[8]) *Baines:* Exploration in South West Africa. London 1864.
[9]) *Galton:* Bericht eines Forschers im tropischen Afrika. Leipzig 1854.
[10]) *Andersson:* Reisen in Südwest-Afrika bis zum Ngami. Leipzig 1856.
[11]) Petermanns Mitteilungen. 1859. Reise der Herren Hahn und Rath im südwestlichen Afrika.
[12]) *Andersson:* Der Okavangostrom. Leipzig 1863.
[13]) *Holub:* Sieben Jahre in Südafrika. Wien 1881.
Ins Land der Maschukulumbwe. Wien 1890.
[14]) *Mohr:* Nach den Viktoriafällen des Sambesi. Leipzig 1875.
[15]) *Serpa Pinto:* Quer durch Afrika. Leipzig 1881.
[16]) Petermanns Mitteilungen. 1867. S. 284.
[17]) Petermanns Mitteilungen. 1867. S. 8.
[18]) *Andersson:* Notes of travel in South Africa. London 1875.
[19]) *Selous:* A Hunters wanderings in Africa. London 1881.
[20]) *Schulz:* The New Africa. London 1897.
[21]) *Gibbons:* Geographical Journal Bd. 17. 1901.
[22]) *Schinz:* Deutsch-Südwest-Afrika. Oldenburg und Leipzig 1891.
[23]) *v. François:* Mehrere Berichte in den Mitteilungen aus deutschen Schutzgebieten. Bd. IV 1891. Bd. VI 1893. Bd. VII. Karte Taf. 1 u. 2.
[24]) *Fleck* in Mitteilungen aus Deutschen Schutzgebieten. VI. 1893.
[25]) *Hartmann:* Das Kaokegebiet. Verhand. der Ges. f. Erdkunde. Berlin 1897.
Das Amboland. Zeitschrift der Ges. f. Erdkunde. 1902.
[26]) Reise des Oberleutnant Volkmann von Grootfontein zum Okavango. Deutsches Kolonialblatt 1901. S. 866.
[27]) Reise des Assistenzarztes Dr. Jotka zum Okavango. Deutsches Kolonialblatt. 1902.
[28]) *Eggers:* Über seine Reise zum Okavango. Mitteil. aus Deutschen Schutzgebieten. 1900. S. 187.
[29]) *Wilkinson:* Notes on a Portion of the Kalahari. Geogr. Journal. Bd. 1. S. 335.
[30]) *Serpa Pinto:* Quer durch Afrika. Leipzig 1881.
[31]) *Capello y Ivens:* Da Angola a contra costa. Lisboa 1887.
[32]) *Geographical Journal* Bd. 17. S. 1901.
St. Hill-Gibbons: Exploring and Hunting in Central Africa 1895—96. London 1898.
[33]) *Bertrand:* Au pays de Barotse. Paris 1898.
[34]) *Reid:* Journey in the Linyanti Regions. Geograph. Journal. 1901. Bd. 17.
[35]) *Baum:* Die Kunene-Expedition. Berlin 1903.

Kapitel II.

Die Expedition der British West-Charterland L^td. 1896—99.

Im Jahre 1895 hatte sich in London eine Gesellschaft gebildet, die das große Gebiet zwischen dem 22° südlicher Breite, 24° östlicher Länge und Deutsch-Südwest-Afrika geologisch und bergmännisch zu erforschen beabsichtigte. Mehrere ehemalige Händler im Ngamiland hatten von dem Batauanahäuptling Ssekumi die Konzession auf Metalle und Edelsteine erhalten und dieselbe an die genannte Gesellschaft verkauft. Gold und Diamanten waren angeblich in dem Gebiet gefunden worden, und mit großen Hoffnungen und unter Aufwendung erheblicher Mittel begann die neue Gesellschaft ihre Tätigkeit. Sie erhielt den Namen British West Charterland Ltd. Dieser für eine Gesellschaft eigenartige Name war gewählt worden, um das Wort „Company" zu umgehen. Die Chartered Company erfreute sich nämlich bei Weiß und Schwarz einer derartigen Unbeliebtheit, daß man mit Rücksicht auf die Eingeborenen des Ngamilandes die Bezeichnung „Company" vermeiden wollte.

Der Führer der Expedition, die von der Gesellschaft ausgerüstet wurde, war der damalige Captain, jetzige General *Sir Frederick Lugard*, als Bergingenieur war ein Amerikaner engagiert worden. Derselbe wurde jedoch schon vor der Abreise der Expedition von Mafeking krank, und an seiner Stelle wurde mir die Untersuchung anvertraut.

Am 23. Mai 1896 landete ich in Kapstadt, besuchte behufs eigner Information Kimberley, Johannesburg und Barberton, fuhr dann von Kimberley nach Mafeking, wo ich am 6. Juni eintraf.

Die Hauptexpedition unter Lugard war inzwischen längst von Palapye*), der Hauptstadt Khamas, nach dem Ngamisee aufgebrochen, eine zweite Expedition unter einem Herrn Beddoe war auf dem Wege nach Palapye und lagerte in Gabrones. Mit einem leichten Maultierwagen und 2 Prospektors verließ ich Mafeking am 8. Juni und erreichte Gabrones am 10., wo ich die Expedition antraf. Über die Reise nach Palapye, sowie über den Aufenthalt daselbst und den Ausflug nach Tati habe ich bereits früher ausführlich berichtet und möchte hier nur auf jenen Bericht verweisen (Kap. III Anm. 24).

Am 30. September 1896 verließen wir Palapye und lagerten am Abend desselben Tages an einem Wasserloch in der Gemarkung Ssókwe. Vor uns lag eine wasserlose Strecke von 72 km, bis zum Mabále a púdi - Flüßchen. Da man nun der Tiere wegen mit Vorliebe in der kühlen Nacht reist, während solcher Märsche aber Beobachtungen kaum anzustellen sind, beabsichtigte ich von den Wagen getrennt zu reisen und ging dann auch am Nachmittag des 2. Oktober

*) Ausspr. Palápschwē — das w kaum hörbar.

und am folgenden Tag zu Fuß nach Mabäle a pudi, wo sich ein Teil der Wagen bereits befand.

Vom 4.—7. Oktober lagerten wir in der Nähe des Baches, der vom Kalahariplateau herabkommt, zogen dann über dieses Plateau nach Schaschàni und Mehissa. Bezüglich dieser Reise verweise ich auf den bereits erschienenen Bericht.

Bereits am 10. Oktober, wo ich in Mehissa eintraf, fühlte ich mich krank, und am folgenden Tage brach ein Fieber aus, das keine erheblichen Grade annahm, aber durch sein ununterbrochenes Anhalten und durch absoluten Appetitmangel mich schnell entkräftete. Am 11. war ich noch imstande, die ca. 100 m hohen Berge nördlich des Lagers zu besteigen; das war für einen vollen Monat meine letzte Tour, seitdem lag ich nur noch in oder unter dem Wagen.

Es ist in hohem Grade bedauerlich, daß diese Krankheit eintrat. Die Folge war, daß ich von dem Beginn der Kalahari, d. h. des Sandfeldes, nichts gesehen habe, daß ich nicht imstande war, von vornherein die mit den eintretenden Veränderungen aufstoßenden Probleme zu verfolgen. Als ich schließlich wieder gesundete, befand ich mich in einer fremden Welt, die mit dem früher Gesehenen in keinem Zusammenhang stand. So war es denn notwendig, ganz von vorn anzufangen, Beobachtungen zunächst ohne leitenden Gedanken zusammenzustellen, und lange dauerte es, bis es möglich war, sich von dem Charakter des Landes und seiner geologischen Faktoren ein Bild zu machen.

Gehen wir nun zu der für mich schauerlichen Episode der Hinreise durch die Kalahari über.

Die Expedition bestand aus 6 Esel- und einem Maultierwagen. Zu letzterem gehörte Mr. Beddoe, der an Dysenterie schwer erkrankte Prospektor Hackey und ich selbst. Die Eselwagen standen unter der Leitung eines Mr. Smithers, der bereits mit Lugard die Kalahari durchzogen hatte.

Die Lugardsche Expedition bestand ebenfalls aus Esel- und Maultierwagen und hatte unter großen Schwierigkeiten die unwirtliche Steppe passiert. Zahlreiche Maultiere waren dabei an der Pferdesterbe eingegangen. Die Monate Juni und Juli sind die kühlsten des Jahres, die Brunnen sind in dieser Zeit immer noch reichlich gefüllt, ja selbst Teiche — Vleys — findet man noch zuweilen. Unter allen Umständen waren die Verhältnisse viel besser als wir sie vorfanden. Wir befanden uns in übelster Lage. Unsere Tiere waren durch die lange Reise von Mafeking nach Palapye abgetrieben und hatten in Palapye selbst ganz ungenügendes Gras erhalten. Denn einmal besitzt die Umgebung dieser Stadt überhaupt kein gutes Weideland, sodann aber sind die Monate September und Oktober die allerschlechtesten, weil in ihnen das Gras verdorrt ist. Um die Tiere überhaupt am Leben zu erhalten, wurden sie mit den meisten Wagen nach Mabäle a pudi vorausgeschickt. Jedenfalls waren alle Tiere in trister Verfassung, als wir die Reise von Mohissa antraten. Ersatz war nicht zu haben. Denn alle einigermaßen brauchbaren Tiere waren von der Chartered Co. für den Matabelekrieg angekauft worden, ferner hatte die Rinderpest den Viehstand nahezu vernichtet. Geübte Trekochsen fehlten fast ganz. Es gab damals im ganzen Betschuanenland kaum ein einziges vollständiges Gespann. Man fing erst allmählich an, junges Vieh, das die Krankheit überstanden hatte, zu zähmen.

Esel und Maultiere waren schon an und für sich ein schwacher Ersatz für die bewährten Zugochsen. Sie leisten überhaupt nicht so viel, wie diese, sodann verstanden die Treiber gar nicht, mit den neuen Tieren umzugehen — ein wichtiger Umstand. Für die langen Durststrecken der Kalahari waren aber Esel und Maultiere erst recht wenig geeignet. Erstere halten wohl den Durst lange aus — 3—4 Tage —, gehen aber furchtbar langsam, d. h. 2—3 km pr. Stunde. Maultiere gehen schnell, schneller sogar als Ochsen, halten aber nur 2 Tage ohne Wasser aus. Beide ziehen überdies nur leicht bepackte Wagen (bis 1000 kg).

Zu allen diesen Schwierigkeiten kam nun noch, wie erwähnt, der üble Um-

stand, daß unsere Tiere abgetrieben waren und der Oktober die denkbar ungünstigste Jahreszeit ist. Denn die Tage sind dann sehr heiß, heiße trockene Ostwinde quälen Menschen und Tiere, und in der Nacht kühlt sich die Luft kaum ab. Das Gras ist trocken und gehaltlos, wie Stroh; Tau fehlt ganz.

Kurz die denkbar ungünstigsten Faktoren traten zusammen, um die Reise durch die Kalahari zu erschweren. So kam es denn, daß ein so häufig begangener Weg, wie der gewählte, uns die allergrößten Schwierigkeiten bereitete.

Auch die Trekburen litten auf ihrem Zuge durch diesen Teil der Kalahari im Jahre 1879 entsetzlich. Zahlreiche Wagen mußten verlassen werden, zahlreiche Zugtiere verdursteten. Die Ursache für diesen Zusammenbruch war neben der Ungunst der Jahreszeit die Überlastung der Wagen und vor allem der Mangel an Organisation. 300 Wagen mit tausenden von Tieren drängten sich an kleinen Brunnen zusammen, die nur für 4—5 Gespanne Wasser lieferten. Daher entstand die größte Bedrängnis nicht bloß auf den Märschen zum Wasser, sondern auch an den Wasserstellen selbst, z. B. in Malatschuai. Zahllos waren die gefallenen Tiere, zahlreich die verdursteten Kinder und Frauen.

Wir reisten in der Nacht vom 16. zum 17. Oktober nach Mungungwe. Der Platz ist, soweit ich es vom Wagen aus erkennen konnte, mit Bäumen ziemlich dicht bestanden. Graugrünlicher Sandstein war in Blöcken aus einem mehrere Meter Durchmesser haltenden Brunnenloch ausgeworfen. Wasser war für die Tiere und Menschen genügend vorhanden, mußte aber mit Eimern ausgeschöpft werden.

Das Land zwischen Mohissa und Mungungwe war eine Ebene mit hartem Boden und einigen trockenen Flußbetten.

Am 18. Oktober gingen die Eselwagen ab, am 19. nachmittags folgte unser Maultierwagen. Wir machten regelmäßig drei Treks, zwei am Nachmittag, resp. in der Nacht, einen am frühen Morgen. Jeder Trek dauerte $2^1/_2$—3 Stunden und legten die Wagen pro Stunde höchstens 2 miles = 3,2 km zurück. Während des Tages lagen wir still, ohne Schatten in heißer Sonnenglut, wir Kranken unter dem Wagen. Die Eselwagen holten wir bald ein, bald überholten sie uns wieder. So gingen der 19. und 20. Oktober hin. Am Abend des 21. erreichten wir endlich Inkauani nach glühendheißem Nachmittagstrek.

Zwischen Mungungwe und Inkauani hatten wir die Kalahari, d. h. die Sandsteppe, betreten. Wie dieselbe beginnt, konnte ich selbst nicht beobachten, nach Müller beginnt der Sand als sanfter Abhang mit deutlicher Grenze gegen den harten Boden der Makweebene. Die Sandsteppe ist eine Ebene aus rötlichem Sand, mit dichtem Busch bedeckt, der damals im Oktober ganz kahl, grau, tot war, wie unsere Laubbäume im Winter.

Inkauani ist eine Kalkpfanne mit einem Brunnenloch, das genügend Wasser gab. Wir blieben dort bis zum 24. Oktober. Der lange Aufenthalt wurde dadurch hervorgerufen, daß die Esel zu kraftlos waren, die Wagen auf einmal zu ziehen. Es blieben daher jedesmal zwei Wagen zurück, die von den zurückgeschickten Eseln geholt wurden. So hatten die armen Tiere jedesmal den Weg doppelt zu machen.

In der Nacht 24/25. Oktober gelangte unser Wagen in 3 Treks nach Batschukuru, einer Kalkpfanne mit tiefem Brunnenloch, wahrscheinlich Livingstones Mathuluani.

In der Nacht 26/27. Oktober kamen wir in 2 Treks nach Malatschuai, Livingstones Motlatsa, Malatswy von Aurel Schulz.

Malatschuai ist eine Kalkpfanne, in der ein Brunnenloch genügend Wasser für die Menschen enthielt. Die Tiere wurden aber zum Makokoflußbett geschickt, wo das Gras besser war und eine Quelle Wasser lieferte. Unser Lager stand nahe dem Brunnen unter hohen Kameldornbäumen, die auch Schulz erwähnt. Ich erinnere mich sehr wohl der Tage, die ich, auf einer Decke lagernd, im Schatten der hohen Bäume fiebernd zubrachte und mit den erbsengroßen grauen Zecken in Fehde lag, die von allen Seiten geschäftig auf mich zueilten.

Am 29. Oktober begannen wir den Marsch nach Lotlakani. Wir hatten darauf gerechnet, die nur 32 miles = 51 km lange Strecke in 2 Tagen und 2 Nächten zurückzulegen, wir ahnten nicht, welche Leiden uns bevorstanden.

Wir verließen Malatschuni am Nachmittag, machten 2 Treks während der Nacht und einen dritten am folgenden Morgen. Die Maultiere waren bereits völlig erschöpft und wurden durch den heißen Tag bei Mangel an Gras und Wasser nicht gerade leistungsfähiger. Abends wurde wieder eingespannt, aber nach 4 km waren die Tiere so absolut erschöpft, daß sie ausgespannt und am Wagen angebunden werden mußten. Am Morgen des 31. Oktober gingen die Treiber mit ihnen zum Wasser zurück, da an ein Vorwärtskommen nicht mehr zu denken war.

Am Abend dieses Tages war auch unser Wasservorrat erschöpft. Wir warteten mit Sehnsucht auf die Eselwagen und vor allem die bei ihnen befindliche Wasserkarre. Um nämlich den Eseln unterwegs einen Trunk zu geben, wurde ein Bassin von ca. 2 Kubikmeter Inhalt mitgeführt.

Am 1. November war morgens von den Eseln und der Wasserkarre nichts zu sehen, der Durst plagte uns Kranke heftig. Mittags kam Mr. Smithers mit 2 Wagen, aber ohne die Karre. Er gab uns etwas Wasser ab, naturgemäß aber nur wenig und vertröstete uns auf den Wasserwagen. So verging der Tag und die nächste Nacht. Der 2. November kam, aber nicht die Wasserkarre, dafür aber mittags die Maultiere. Eins derselben war krank. Obwohl unser Wasservorrat fast erschöpft war, wurde sofort eingespannt, die Tiere waren aber schon nach kurzem Trek in der heißen Sonne ermattet. Abends vor Sonnenuntergang überholten uns die übrigen Eselwagen. Die Wasserkarre war leer, man hatte kurz vorher die Esel getränkt. Nur ein Rest unsauberen Wassers, das nach Pech schmeckte, womit das lecke Bassin vor kurzem ausgestrichen worden war, war zurückgeblieben. Trotzdem nahmen wir es an uns. Nachts machten wir 2 Treks, den ersten zur Hackdornvley, den zweiten einige Kilometer weiter hinaus. Sofort nach dem Ausspannen wurden die gänzlich erledigten Tiere nach Lotlakani vorausgeschickt, Beddoe blieb mit uns Kranken und 2 Litern Pechbrühe zurück.

Den 3. November verbrachten wir wie immer unter dem Wagen liegend, ohne jede Störung von außen. Jeder erhielt morgens und abends je einen Becher Wasser. Am 4. November war dasselbe mit der Morgenration zu Ende. Es war fast besser so, als mit dieser lauwarmen durstreizenden gelben Flüssigkeit. Hackey war in jämmerlichster Verfassung, und sein Zustand ließ das Schlimmste befürchten. Ich selbst hatte dauernd eine Temperatur von über 40° C. Der Tag erschien uns heißer denn je. Nach Sonnenuntergang, als wir schon im Wagen lagen, kamen plötzlich 2 Buschmänner mit Wasser beladen. Smithers hatte sie von Lotlakani aus uns geschickt. Sogar etwas Milch war dabei. Um Mitternacht trafen auch die Maultiere ein und wurden sofort eingespannt. Wir trekkten fast bis zum Morgen. Wieder gingen die Tiere zum Wasser voraus, wieder blieben wir ohne Wasser am Wagen zurück. Abends spät trafen die Treiber aber wieder ein, und nach langem Trek erreichte der Wagen gegen Morgen endlich das Wasser, am 6. November. Sieben volle Tage und acht Nächte hatte unser Wagen gebraucht, um die Strecke von nur 51 km zurückzulegen!

In Lotlakani lagen wir bis zum 17. November. Die Esel mußten ja nochmals nach Malatschuni, um die zweite Hälfte der Wagen zu holen. Der 6., 7., 8., 9. November verliefen für mich wie die früheren Tage, d. h. mit kontinuierlichem Fieber. Am 10., also genau einen Monat nach dem Beginn des Fiebers, wurde ich abends fieberfrei und blieb es auch fortan. Zwar waren während der nächsten Tage die Nächte noch abnorm wegen Schlaflosigkeit und entsetzlicher Nachtschweiße, die regelmäßig gegen Morgen einsetzten, allein auch diese hörten

schließlich auf, und ein unstillbarer Heißhunger war ein sicheres Zeichen dafür, daß die Krankheit gebrochen war. Glücklicherweise konnte der Appetit in Lotlakani befriedigt werden. Frische Milch war täglich in reichlicher Menge zu haben, da der Kraal eines Batauana hier lag, morgens und abends wurden aber Wüstenwachteln, die in dichten Massen zum Wasser kamen, mit jedem Schuß zu Dutzenden geschossen.

Am 17. November verließen wir nachmittags Lotlakani. Während ich am 15. zum ersten Mal 100 m, am 16. 500 m hatte gehen können, marschierte ich am dritten Tage bereits 6½ km hinter dem Wagen her, aß mit beängstigendem Appetit ein überreichliches Abendbrot und schlief bis zum nächsten Morgen, ohne von den weiteren Märschen etwas zu merken.

Während ich so wie mit Zauberschlag, von meiner Krankheit befreit, wieder rasch zu Kräften kam, war bei meinem Leidensgefährten leider keine Spur von Besserung zu sehen. Die Dysenterie hielt ungeschwächt an.

Am Morgen des 18. Novembers waren wir ca. 18 km von Lotlakani entfernt. Der Boden bestand hier nicht aus Sand, sondern grauer kalkreicher Erde. Palmen waren in der Ferne in großer Zahl sichtbar. Wahrscheinlich liegt dort der von Livingstone besuchte Brunnen Orapa. Abends brachte uns ein Trek zu einem künstlich geschaffenen Tränkplatz. Ein solcher hat folgende Beschaffenheit:

Man gräbt eine etwa 2 cbm fassende, 1 m tiefe Grube und füllt dieselbe mit wasserdichtem Segeltuch aus. Das Wasser des Wasserwagens wird in das so geschaffene Bassin gegossen, und dieses, um die Verdunstung einzuschränken, mit den herausragenden Enden des Segeltuches bedeckt. Die Grube ist vorher mit einigen Stöcken überbrückt worden, damit die umgeschlagenen Ecken des Tuches einen Halt haben. Auf diese Weise kann man sich ein Wasserdepot schaffen, das viele Tage lang gut bleibt. Der Platz hier war von Lotlakani aus während unseres Aufenthaltes daselbst angelegt worden. Hier bekamen die Maultiere je einen Eimer, die Esel je einen halben, dann ging's weiter.

Den 19. verbrachten wir am Rand eines Gürtels tiefen roten Sandes, der auf der geologischen Übersichtskarte auch gezeichnet ist. Eine Kalkzone hatten wir eben passiert. Abends trafen die Eselwagen ein. Bei dem gemeinsamen Trek mißglückte der Versuch durch den Sand zu kommen gänzlich. Die Esel gingen mit nur zwei Wagen, vor die alle gespannt wurden, zum Wasser voraus, die übrigen Wagen blieben unter dem Schutz eines einzigen Mannes zurück. Der Maultierwagen kam noch ca. 5 km weiter, dann aber versagten die Tiere und mußten ebenfalls vorausgeschickt werden. Hackey, ich und ein Boy blieben zurück.

Am folgenden Tage kamen die Treiber mit den Tieren zurück, und wir gingen ca. 3 km weiter. Dann war's wieder aus mit der Kraft der Tiere; sie wurden ausgespannt.

Um einen unnützen Wassertrinker weniger am Wagen zu haben, ging ich nach Ntschokutsa voraus, Hackey unter der Pflege unseres besten und willigsten Boys lassend. Angeblich sollten wir nur 4½ miles von der Pfanne entfernt sein. Nach einstündigem Marsch durch tiefen Sand in der glühenden Mittagshitze erreichte ich eine Zone sehr dichten Busches. Nach weiteren 1½ Stunden senkte sich der Weg, und plötzlich öffnete sich der Buschwald. Ich stand am Rande eines großen, von Wald umrandeten Beckens, das wohl reichlich 8—10 km Durchmesser hatte und weiß wie Schnee in der strahlenden Sonnenglut erglänzte. Kein Zweifel, das war die Salzpfanne Ntschokutsa. Aber noch folgte eine letzte, sehr ermüdende halbe Stunde, durch tiefen grauen Sand und über den Rasen eines stacheligen Grases, bis ich das Lager der Wagen an der Quelle erreichte. Hier lag ich während des Restes des Tages unter einem Wagen und trank allmählich Glas für Glas einen halben Eimer des salzigen Wassers aus, das den Durst gar nicht stillen wollte.

Am folgenden Tag kam Hülfe aus Pompi. In Pompis Dorf am Botletlesumpf befand sich seit etwa 10 Wochen der Prospektor Reckham mit einem leichten Wagen und 18 Eseln. Lugard hatte ihn nach Pompi geschickt, um daselbst die Ankunft der Beddoeschen Expedition abzuwarten. Er hatte für 4 Wochen Lebensmittel und wartete vergebens auf unsere Ankunft. Nachdem die Vorräte aufgebraucht waren, hatten die Treiber ihn verlassen. Er selbst aber hielt als Hüter seiner Esel und seines Zelts auch ohne genügende Lebensmittel treu aus. Während der letzten Wochen hatte er von Ziegen gelebt, die er mit seinen eigenen Sachen kaufte. Von Lotlakani aus war Beddoe mit einem Treiber nach Pompi vorausgeritten, um Mais einzukaufen, doch war ihm das mißlungen. Jetzt schickte er aber auf einen Brief von Mr. Smithers hin den Wagen mit den Eseln, denen die 10-wöchentliche Ruhe prachtvoll bekommen war. Nach kurzer Rast gingen sie weiter, um dem Maultierwagen einen Teil der Ladung abzunehmen. Die Maultiere kamen am nächsten Morgen an, ohne den Wagen, um zu trinken. Abends gingen sie zurück, und schließlich kam dann am 22. November der Wagen mit Hackey glücklich an.

Bis zum 23. blieben wir in Ntschokutsa. Die verlassenen Eselwagen waren inzwischen geholt worden, und am Nachmittag des 23. brachen wir auf. Während des Treks überfiel uns ein furchtbarer Gewittersturm mit heftigem Regen, der zwar dem Trek ein ungemütliches Ende bereitete, aber dafür hatten wir einen herrlichen kühlen Morgen, als wir am folgenden Tag weiterzogen. Wir durchquerten die Salzpfanne, stiegen auf ihren Westrand hinauf und lagerten mittags an einer breiten Senkung, die mit Regenwassertümpeln erfüllt war.

Hier verloren wir einen unserer Boys, denselben, der bei Hackey zurückblieb, als ich nach Ntschokutsa vorausging. Infolge von Sonnenstich bekam er Fieber mit Delirien und starb während des Haltes hierselbst.

Ein Abendtrek brachte uns nachts nach der zweiten Salzpfanne, namens Makarrikarri.

Am 25. erreichten wir nach 2 langen Treks endlich Pompi. Die Landschaft hatte sich seit dem Erreichen der Ntschokutsapfanne ganz wesentlich verändert. Das endlose, mit häßlichem Busch bedeckte Sandfeld hatte aufgehört, steiniges Land mit Kalkschollen und hohem Buschwald, weite Einsenkungen mit salzhaltigem Boden traten an seine Stelle. Hinter der Salzpfanne Pudi molongwana begannen weite baumlose Ebenen mit grauem alluvialem Boden, Schilfstreifen, Palmenhainen und vereinzelten Ansiedlungen.

In tiefster Dunkelheit kamen wir in Pompi an.

Das Dorf liegt am Rande des ausgedehnten Schilfmeers, das früher ein Seebecken war, Livingstones Kumadausee. Chapman nannte es „Chapes Swamp“, die Trekburen aber „das Meer“. Die Betschuanen bezeichnen es mit „Letaka“ d. h. Schilf. Zur Zeit meines ersten Aufenthalts war es ein teilweise trocken gelegter Schilfsumpf, den man in weitem Bogen nach Süden hin umgehen mußte. Das Ufer desselben ist eine ca. 8 m hohe Platte aus Kalksandstein mit dünner Sanddecke, in die auch die früher passierten Salzpfannen eingesenkt sind. Auf der Platte wächst ein lichter Buschwald, vorwiegend aus Copaifera Mopane.

Bereits am 27. Oktober verließen wir abends Pompi und machten mit allen Wagen einen kurzen Trek. Da Hackeys Zustand immer bedrohlicher wurde, ging ich am nächsten Morgen mit einem leichten Wagen, der als Krankenwagen zurechtgestutzt war, begleitet von Hackey, Reckham und einem Boy nach Ssebituane Drift*) voraus. Denn das langsame Vorwärtskommen mit den Eselwagen war für den Schwerkranken eine Qual. Mit dem leichten Wagen kamen wir flott weiter. Täglich machten wir einen Morgen- und einen Nachmittagtrek.

*) Drift = Furt.

Anfangs hatten wir zur Rechten den Schilfsumpf, zur Linken den Plateaurand, der in dieser Gegend wohl gegen 20 m hoch ansteigt und als „Kiriahügel" sich auf den älteren Karten findet. Der Plateaurand weicht dann plötzlich nach Süden zurück. Die Ebene setzt sich aus alluvialen Ablagerungen zusammen, weiten grasigen Niederungen und vereinzelten Platten und Rücken aus Kalksandstein, die mit hohen Bäumen — darunter zahlreichen Hyphaene-Palmen — bestanden sind. Herden von Springböcken belebten die Grasflächen. Derartig war die Landschaft, die wir am 28. und 29. November durchzogen. Am Abend des letzten Tages lagerten wir bei Massinyes Dorf. Am 30. waren wir vor Sonnenaufgang unterwegs und zogen durch eine weite Grasfläche. Rechts lag, als ferner Baumstreif erkennbar, der Botletle. Mittags rasteten wir in der Nähe von Rakopos Dorf und erreichten am frühen Nachmittag den Botletle bei Ssebituanes Drift. Unter einigen gewaltigen Motswérebäumen schlugen wir das Lager auf.

Es ist schwer, sich die Empfindung des Reisenden vorzustellen, der nach wochenlangem, so ermüdendem Durchschleichen der öden, öden Buschsteppe plötzlich in die Flußlandschaft des Botletle versetzt wird. Schon mit Ntschokutsa, dem Sumpfland und den grasigen Ebenen beginnt wohl eine andere Landschaft, allein auch sie ist auf die Dauer recht monoton, und die Wasserarmut zwingt auch dort zu forzierten Märschen. Mit dem Erreichen des Flusses hat aber alle Not ein Ende. Mit Vergnügen stürzt man sich in den Fluß. Eine solche Menge Wasser hat man ja seit dem Verlassen des Limpopo nicht gesehen! Entzückend waren die Wanderungen der nächsten Tage an dem Fluß entlang und in die Ebenen hinaus. Bald war das Tal ein 100—120 m breiter Cañon mit 10 m hohen steilen Ufern aus weißem Kalksandstein, bald erweiterte es sich auf 300 und mehr Meter, weil nur die konvexe Seite der Windungen steil, die andere von der Stromrinne aus langsam ansteigt. Das Wasserband selbst ist 20—60 m breit und von Schilfmauern eingerahmt. Hoher Wald zieht sich als schmaler Streif am Uferrand entlang und gewährt im Verein mit den weißen Uferwänden, dem lichtgrünen Schilf und dem blauen Wasser ein farbenreiches, malerisches Bild. Krokodile auf Sandbänken, Enten, Schlangenhalsvögel, Rallen, Eisvögel, Reiher, Kiebitze beleben den Fluß und bieten dem Jäger Anregung und Vergnügen.

So verstrichen die Tage des Aufenthaltes an Sebituanes Drift in angenehmster Weise. Nur ein Umstand trübte unsere Stimmung — dem armen Hackey ging's immer schlechter. Er war so herunter, daß sein Magen die kleinsten Dosen von Medizin nicht mehr vertrug, die Blutungen ließen nicht nach, und der Verfall der Kräfte nahm rapide zu. Rettung war unmöglich.

Am 2. Dezember trafen die Eselwagen ein, am 6. brachen sie wieder auf, während ich mit zwei leichten Wagen zurückblieb, um Hackeys Tod abzuwarten, der jeden Augenblick eintreten konnte und mittags 1 Uhr auch erfolgte. Am Nachmittag wurde er begraben.

Hackey war derjenige unter den Prospektoren, der mir persönlich am meisten zusagte. Aus gebildeter Familie stammend, hatte er, obgleich Engländer, in Stuttgart und Zürich auf der Technischen Hochschule studiert, war dann nach Südafrika zur Zeit der ersten Diamantenfunde gekommen. Das zügellose Lagerleben aber hatte ihn zugrunde gerichtet. Wie so mancher andere hatte er dem verführerischen Whisky nicht widerstehen können, und das war sein Ruin. Während der Reise durch die Kalahari hat er die ganze Zeit über neben mir als Leidensgefährte im Wagen gelegen und unsäglich gelitten. Während meiner eigenen Krankheit hatte ich ihm ja nicht viel helfen können, nachher war's zu spät gewesen. Wir konnten ihn nur begraben, und ein Baumstamm, den wir auf sein Grab rollten, bezeichnet die Stätte seiner letzten Ruhe.

Am folgenden Morgen (7. Dezember 1896) reisten auch wir ab mit zwei leicht beladenen Maultierwagen. Die Reise ging den Fluß aufwärts, meist in dem Uferwald entlang auf tief sandigem Boden oder innerhalb des Flußbettes selbst.

Wir machten täglich 2 Treks von je 10—12 km Länge und überholten schon am 8. Dezember die Eselwagen.

Bis zu Moremis Drift behält der Fluß den gleichen Charakter. Er bildet einen Cañon mit 10 m hohen Ufern aus Kalksandstein, die an der Außenseite der Windungen steile weiße Wände, an der Innenseite mehr flache Böschungen aufweisen. Diese Strecken des Botletle sind landschaftlich von hoher Schönheit, namentlich in der kontrastreichen Beleuchtung der Morgen- und Abendsonne, zumal zur Zeit unserer Reise, die in den Beginn der Regenzeit fiel. Da prangte der Wald in frischem Grün, tausende von Blumen überzogen den Boden, aber die feuchte heiße Luft wirkte doch auch erschlaffend, und die Mückenplage war nachts entsetzlich. Wir hatten noch keine Moskitonetze, und die Folge war, daß wir nachts kaum schliefen und nur während der Mittagsrast von 8—2 Uhr Ruhe fanden. Hände und Gesicht waren uns allen geschwollen. Indes erkrankte niemand am Fieber, obwohl die Ufer des Botletle eine berüchtigte Malariagegend sind und der Anfang der Regenzeit die ungesundeste Jahreszeit zu sein pflegt.

Von Moremis Drift ab änderte das Flußbett seinen Charakter. Es wurde breit, die Ufer verflachten sich. Alte trockengelegte Talböden, in denen damals zahlreiche Teiche standen, begleiteten die Stromrinne, alte Flußbetten gingen nach dem Sandfeld hin ab. Auffallend war der Mangel an Wild. Während der Trockenzeit bewohnen zahlreiche Antilopenhorden die Ufer des Flusses. Löwen findet man in gewissen Gegenden regelmäßig, und die Lugardsche Expedition wurde wirklich von diesen Raubgesellen energisch belästigt. Wir aber sahen keinerlei Spuren von ihnen. Außer zahlreichen Enten, die die Regenwasserteiche belebten, fanden wir kein Wild, nicht einmal Perlhühner. Mit der Regenzeit zerstreut sich nämlich das Wild über das weite Sandfeld hin, während es sich in der trockenen Jahreszeit an den Wasserplätzen zusammendrängt.

Am 22. Dezember erreichten wir mittags die Stelle, wo der Tamalakane in den Botletle einmündet, indes war es des Schilfgürtels wegen nicht möglich, einen Überblick über die Mündung dieses Flusses zu bekommen. Der Ngamifluß, wie man das Flußbett zwischen dem Ngami und Tamalakane wohl am besten nennen kann, nimmt wieder einen Charakter an, ähnlich dem Botletle unterhalb Moremis Drift. Deutliche Ufer schließen die Flußrinne ein, steile Wände aus weißem Kalksandstein treten hier und da auf. Das Wasser verschwand aber am ersten Dorf — Komaning —, das wir erreichten. Weiterhin kam es nur noch in vereinzelten Teichen im Flußbett vor. Am 25. erreichten wir Toting, die Stelle, wo einst die alte Stadt Letschulatebes und Moremis gestanden, etwa $1\frac{1}{2}$ km östlich des Ngami. Hier hatte sich anfangs das Lager Lugards befunden, später wurde dasselbe aber in die Kwebeberge verlegt, ca. 29 km südöstlich von Toting. Am 26. verließen wir das Flußbett, und bald befanden wir uns in einem öden Busch auf tiefem rotem Sand. Das war wieder die häßliche Kalahari, der häßliche Busch, der beschwerliche Sand, der die Tiere so ermüdet. Zwei Drittel des Weges führten durch dieses öde Sandfeld, dann öffnete sich der Busch, man blickte über eine lange Kette von Bergen, die Kwebeberge. Am 27. erreichten wir das Lager in Tschutschmani.

Nach einigen Ruhetagen begann ich mit dem neuen Jahre 1897 die geologischen Aufnahmen zunächst innerhalb der Kwebeberge und ihrer Umgebung. Dieselben nahmen fast drei Monate in Anspruch. Indes wurde die Arbeit dreimal durch Expeditionen unterbrochen, deren Ziel die Herstellung einer direkten Verbindung zwischen Kwebe und Ssebituanes Drift war. Der erste Versuch, mit einem Eselwagen zu reisen, mißglückte gänzlich. Bei einem zweiten Versuch, diese Tiere als Lasttiere zu benutzen, kamen wir nur bis ins Hainafeld, einem welligen, an Regenwasserpfannen reichen Distrikt der Tserekwebuschmänner. Erst beim dritten Versuch gelang es wirklich, mit Lasttieren nach Ssebituanes Drift durch-

zubrechen. Am Botletle entlang kehrten wir unter vielen Beschwerden nach Kwebe zurück.

Inzwischen war ein Weg von den Kwebebergen bis zu den Monekaubergen durch den dichten Buschwald gehauen worden. So konnte ich vom 12.—19. April diese Berggruppe untersuchen, mußte aber, da alle Vleys auftrockneten, die Aufnahmen bald abbrechen und nach Kwebe zurückkehren.

Dort war inzwischen das Hauptlager nach der alten Missionsstation verlegt worden. Man hatte in Tschutschuani über einer ehemaligen Quelle in den Quarzporphyr einen Brunnenschacht getrieben, der während der Regenzeit auch Trinkwasser in genügender Menge enthielt, aber mit dem Aufhören des Regens im April versiegte die spärliche Quelle. So war man denn genötigt, das Lager nach dem einzigen dauernden Brunnen an der Missionsstation zu verlegen.

Am 27. April trat ich die erste Reise ins Chansefeld an. Wir fuhren mit 2 leichten Maultierwagen zunächst nach Toting, dann am Südufer des Ngami-Sees entlang, der jedoch eine grüne Schilffläche ohne Wasser war. Nur in vereinzelten tiefen Brunnen konnten wir die Tiere tränken. Am 30. April erreichten wir Bolibing am Südwestende des ehemaligen Sees. Mittags, am 1. Mai, traten wir die lange Durststrecke von Bolibing nach dem Chansefeld an. Anfangs führte der Weg an dem Plateau entlang, das die Ebene des Seebodens im Süden begrenzt, dann gings auf dasselbe hinauf, und wieder befanden wir uns in dem öden Sandfeld der Kalahari.

An diesem Tage kamen wir bis zu dem Kessel der Massarinyani-Vley und am folgenden Tage bis zum Nordfuß der Mabïtle a pudi-Berge.

Am 3. Mai fanden wir am Südfuß der Berge in der Perlhuhnvley genügend Wasser und konnten daher von diesem Stützpunkt aus an den beiden folgenden Tagen die Berggruppe untersuchen und kartographisch aufnehmen.

Am 6. Mai erreichten wir mit der Kalkpfanne Kuke das Gebiet der Kalkpfannen, das man nach der großen Pfanne von Chanse als Chansefeld zu bezeichnen pflegt. Die Kalkpfannen sind über das Land hin zerstreut und enthalten Quellwasser, daher ist dasselbe dauernd bewohnbar, und die einzige sichere Straße vom Damaraland zum Ngami führt demnach durch das Chansefeld.

Die Durststrecken hatten nun ein Ende, und gemächlich zogen wir von Pfanne zu Pfanne nach Chanse, wo wir am 12. Mai eintrafen. Hier befand sich ein Engländer Mr. Priest mit 800 Stück Vieh, das F. Müller gehörte und gerade die Rinderpest durchmachte. Mr. Priest, der das ganze Chansefeld genau kannte, unterstützte uns in jeder Hinsicht, und ihm verdanke ich viele interessante Notizen über Land und Leute in der Kalahari.

Am 15. Mai brachen wir nach Rietfontein auf und zogen zunächst über ³Neits-o nach ²Nucha. Die Durststrecke zwischen ²Nucha West und Rietfontein wurde unschwer überwunden. Sie führt durch ein weites Sandfeld mit Busch- und Grasflächen. An der Stelle, wo der Weg von Kwacharn ³nei einmündet, schickte ich den einen Wagen nach dieser Pfanne und ging selbst in Begleitung von Mr. Clarke nach Rietfontein, wo ich am 19. Mai eintraf.

In Rietfontein war damals ein deutsches Fort mit einer kleinen Besatzung auf dem Südufer des Epukirotals, eines großen Flußbettes, das im Damaraland entspringt und quer durch die Kalahari laufend bei Rakopos Dorf in den Botletle mündet. Das Tal ist bei Rietfontein ca. 150 m breit. Am südlichen Ufer entspringen zwei Quellen, die aus den Grauwacken hervorbrechen.

Am 21. Mai verließ ich Rietfontein und zog über Kwáchara ³nei und ²Kehautsa wieder nach Chanse. Von hier brach ich am 28. Mai nach Sandpits am Epukiro auf. Hinter Kuschi beginnt eine Zone fürchterlichen roten Sandes, bedeckt von dichtem Busch, aber ohne Gras. Wohl kamen wir glücklich durch dieselbe durch und erreichten Sandpits am 31. Mai, allein die Quelle dort war fast trocken. In der Nacht vom 31. Mai zum 1. Juni liefen die durstigen Maul-

tiere, die seit dem 29. mittags kein Wasser erhalten hatten, fort und wurden erst gegen Abend von den Treibern zurückgebracht. Sie verbrachten die vierte Nacht ohne Wasser. Morgens schickte ich sie mit dem Wagen nach ^{2}Nucha, während ich selbst mit einem Jungen und einem bepackten Pferd nach Okwa ging, einer Niederlassung von Barolongs, die an einem Flußbett liegt, das sich in der Kalahari mit dem Epukiro vereint. Ich erreichte Okwa am 3. Juni, blieb dort bis zum folgenden Tage bei dem bekannten Barolongjäger und -händler Piet Ssebicho und traf am 6. Juni an der Pfanne Korábe den Wagen wieder. Über ^{3}Neits-o und ^{2}Kchautsa West zog ich wieder nach Chanse und von dort über Gautsirra, Mankwe und Tscho-in zu den Mabäle a pudi-Bergen und nach Belibing, wo wir am 21. Juni abends eintrafen.

Da wir die Maultiere bis nach Litutwa zum Wasser schicken mußten, kamen wir erst am 25. Juni fort und zogen in 2 Treks an dem Schilfrande des alten Seebodens entlang nach dem Lager der Polizeitruppe in Maschabing, wo wir aufs freundlichste aufgenommen wurden. Das Lager lag an der Nordwestecke des ehemaligen Sees auf der freien Grasfläche, die die Schilfzone umgibt, und nahe dem Rande des hohen Buschwaldes, mit dem die freie Fläche im Norden abschließt. Östlich des Lagers mündeten die Arme des Tauche ein, auf denen Andersson noch von dem See aus in das Sumpfgebiet vorgedrungen war.

Am 27. Juni verließen wir das Polizeilager, um uns nach Naka a letschwi und ‘Gau zu begeben. Ersteres ist die alte Stadt des Häuptlings Ssekumi, die erst vor wenigen Wochen aus Wassermangel aufgegeben worden war. Man durchkreuzt zuerst eine Zone tiefen weißen Flußsandes mit hohem Buschwald, dann betritt man ein offenes Gebiet aus grauen alluvialen Ablagerungen, die von zahlreichen trockenen Flußarmen durchzogen werden, eben den ehemaligen Armen des Tauche, die noch vor wenigen Jahren in den See mündeten.

In Naka a letschwi trafen wir am 29. Juni abends ein und am folgenden Tag in der Stadt ‘Gau, die gerade im Bau begriffen war, nahe dem noch Wasser führenden Tauche. In das Sumpfgebiet hinein, oder wenigstens bis an das Gewirr der vielen Flußarme des Sumpfgebietes heran brachte uns ferner ein Vorstoß nach Mokwátes Dorf, das ca. 19 km nordnordöstlich von ‘Gau liegt. Der Ausflug war für die Erkenntnis der Verhältnisse im Sumpfland sehr wichtig.

Auf dem Rückweg nach Maschabing ereilte uns ein Malheur; die Maultiere liefen in einer Nacht fort, und es dauerte mehrere Tage, ehe wir einen Teil wiedergefunden hatten. Einige wurden erst nach Wochen wieder eingebracht. Von Maschabing reisten wir auf der Nordseite des Sees nach Toting; am 19. Juli waren wir wieder in Kwebe.

Nach einem Ausflug zum Tamalakane vom 22.—27. Juli, wo ich die unter Führung Leutnant Lugards, des Bruders des Generals, herankommenden neuen Prospektors antraf, begann die Durchforschung der Südseite des Ngami, die geologisch von großem Interesse war und bis zum Beginn des Oktobers dauerte.

Inzwischen vollzogen sich mancherlei Änderungen innerhalb der Expedition. General Lugard kehrte nach England zurück, sein Bruder trat an seine Stelle. Von großer Wichtigkeit war es, daß Franz Müller als technischer Leiter in die Expedition eintrat. Infolge seines Einflusses auf Ssekumi waren seitdem die Beziehungen zu den Eingeborenen die besten, und während man früher an Arbeitern und Lebensmitteln manchmal Mangel litt, bekam die Company jetzt die Erlaubnis, reichliche Vorräte an Korn, Ziegen, Schafen einzukaufen.

Während der Aufnahme des Ngami wurden die Vorbereitungen zu einer neuen Durchforschung des Chansefeldes getroffen, und am 16. Oktober konnten wir aufbrechen. Die Expedition bestand aus einem Maultier- und einem Eselwagen. Unsere Absicht war, auf dem neuen Wege auf der Nordseite der Monekau-

und Mabäle a pudi-Berge das Chansefeld zu erreichen. Die Durststrecke betrug 87 miles = 139 km. Deshalb wurde zunächst der Wasserwagen 26 miles vorausgeschickt, dann folgte der Eselwagen, zuletzt der Maultierwagen. An der Wasserkarre erhielten die Tiere je einen Eimer Wasser, und so kamen denn auch alle wohlbehalten am 20. Oktober in Kuke an.

Ich hatte 3 Prospektors bei mir, Mr. Webb, Powrie und Hinton, die ich im Chansefeld verteilte, während ich selbst am 1. November über Kwachara [3]nei nach Rietfontein ging. Ich hatte bei mir den Treiber Hendrik, der, wie ich, zu Pferde war, nebst zwei Packeseln.

Rietfontein war verlassen. Die Garnison hatte unter Fieber schwer zu leiden gehabt, die Verproviantierung war schwierig, und so hatte man den Posten, nachdem zwei Mann gestorben und einer schwerkrank zurückgeschickt worden war, aufgegeben. Die letzten Tage waren recht stürmisch gewesen. Infolge der Rinderpest waren nämlich die Herreros teilweise in Bedrängnis geraten, und einige hundert Mann wanderten mit ihren ganzen Familien und dem Rest ihrer Tiere ins Chansefeld aus. Da die Auswanderung verboten war, kamen sie mit der drei Mann starken Besatzung von Rietfontein in Konflikt. Letztere war natürlich außerstande, die Abziehenden aufzuhalten, wurde im Gegenteil nicht nur bedroht, sondern sogar belagert. Mehrere Damaras wurden bei einem nächtlichen Angriff erschossen. Eine wesentliche Unterstützung gewährten die Buschmänner, die aus Haß gegen ihre Todfeinde die deutsche Besatzung mit Straußeneiern und Wasser versorgten. Ich selbst war den Damarahorden wiederholt im Chansefeld begegnet.

Meine Absicht war, von Rietfontein nach Gobabis zu gehen, um die Berge von Olifantskloof kennen zu lernen und die Westgrenze der Kalahari festzustellen in der Hoffnung, dabei für die Erkenntnis des geologischen Aufbaues der Gesteine, die den Untergrund der Kalahari bilden, weitere Anhaltspunkte zu gewinnen.

Zunächst mußte die lange Durststrecke zwischen Rietfontein und Olifantskloof überwunden werden, und das gelang in forzierten Märschen von mittags den 5. November bis 3 Uhr morgens am 7. November. Die Untersuchung des Plateaus von Olifantskloof dauerte bis zum Mittag des 8. November. Über Sandfontein und Roigrawwater gelangten wir am 11. November nach [2]Oas. Von dort machte ich noch allein zu Pferd einen Ausflug nach Gobabis, von dem ich am 16. November zurück war. Auf demselben Wege kehrten wir nach Olifantskloof, Rietfontein und Chanse zurück, wo ich am 27. November wieder eintraf.

Der Ausflug nach Gobabis war sehr lehrreich. Es stellte sich heraus, daß das Plateau von Olifantskloof aus denselben Gesteinen besteht, wie das Chansefeld, daß die Kalahari am Rand dieses Plateaus durchaus nicht endet, sondern auf demselben sich weiter fortsetzt und sogar über Gobabis hinaus zu verfolgen ist. Die Westgrenze der Steppe wurde also nicht erreicht.

Inzwischen hatten die Prospektors den größten Teil des Chansefeldes durchforscht. In der ersten Hälfte des Dezember wurden diese Aufnahmen beendet, und vor Weihnachten versammelte sich die ganze Expedition in Chanse, und alle Vorbereitungen zu der Reise nach [1]Gam wurden getroffen.

Als die Chapmansche Expedition versuchte, von Kubi in nordwestlicher Richtung das Damaraland zu erreichen, berichteten die Buschmänner von einer Quelle, die im Nordwesten läge. Es ist dieses zweifellos [1]Gam. Chapman gelang es nicht, diesen Wasserplatz zu erreichen, sondern erst dem Buren Van Zeyl. Seitdem haben Trekburen and Jäger den Weg von Chanse nach [1]Gam oft benutzt, aber er ist doch nur nach starkem Regen zu begehen. Das war z. B. während der letzten Jahre nicht möglich gewesen; es war also fraglich, ob wir durchkommen würden.

Führer konnten wir nicht finden, auch über den Weg nichts Rechtes erfahren. Sicher war nur, daß in einiger Entfernung von Chanse ein großes Flußbett lag, die Groot Laagte, in der man zuweilen Wasser in Sandpfannen finden konnte,

Dann kamen weiterhin andere Vleys, schließlich ein zweites großes Flußbett, Dénib genannt, und zuletzt ¹Gnm.

Um zunächst die Lage der Groot Laagte festzustellen und eventuell dort eine Operationsbasis zu schaffen, ging ich am 16. Dezember mittags mit einem Packesel, einem Reitochsen und dem Buschmann ²Koschep auf dem alten Wagenweg nach der Groot Laagte ab. Am 18. erreichten wir früh das Flußbett und gingen noch 5 km über dasselbe hinaus, dem alten Wagenweg folgend. Aber nirgends sahen wir Sandpfannen, die voraussichtlich Wasser führen würden. Am 19. abends waren wir wieder in Chanse.

Nachdem alles zum Aufbruch fertig war, d. h. nachdem 3 Gespanne Ochsen für 3 Karren nebst Vorräten an Mehl und Korn, sowie 2 Wasserbehältern aus Kwebe angekommen waren, ging ich mit 2 Wagen, von denen einer die beiden Behälter hatte, zur Groot Laagte. Daselbst wurde von Mr. Powrie mit Hülfe eines Segeltuchs ein Wasserdepot angelegt, und während er selbst an der Groot Laagte blieb, die Umgebung durchforschte, im Flußbett einen Brunnenschacht graben ließ und für Nachschub von Wasser sorgte, ging ich selbst mit dem Treiber Hendrik, dem Buschmann ²Koschep, 2 Packeseln und einem Reitochsen auf der alten Wagenspur entlang nach ³Gam.

Am 3. Januar verließen wir das Lager an der Groot Laagte, nachmittags am folgenden Tag erreichten wir die Gemarkung ²Ganna, an deren erster wasserhaltiger Sandpfanne wir die Nacht zubrachten. Am späten Abend des 5. Januar erreichten wir ¹Gonúkai, am 6. die Blaubuschpfanne. Dort verloren wir einen vollen Tag, weil der weitere Weg lange nicht zu finden war, und erreichten daher erst am 8. das Sandplateau, auf dem Häkobis liegt. Wir übernachteten in dem großen Flußbett, dem wir am folgenden Tage aufwärts folgten, und kamen schließlich unter Führung eines Buschmannes nach ¹Gam.

Am 15. Januar waren wir wieder im Lager an der Groot Laagte. Auf dem Rückweg hatten wir sehr viel Regen, kamen aus den nassen Kleidern kaum heraus, und infolgedessen litt ich stark an Fieber, das sich in der nächsten Zeit noch häufig wiederholte.

Zunächst wurde nun die gesamte Expedition an der Groot Laagte versammelt. Powrie hatte daselbst im Flußbett zwei kleine Pfannen mit Wasser gefunden, während der Brunnenschacht auf der Sohle des Flußbettes kein Wasser erreichte. Am 25. Januar brachen wir mit den 3 Wagen auf, am 2. Februar lagerten wir an der Blaubuschpfanne.

Wir hatten darauf gerechnet, genügend Wild zu finden, um das Personal zu ernähren, und deshalb nur einen beschränkten Vorrat an Mehl und Hirsekorn mitgenommen. Obwohl gerade die Umgebung der Blaubuschpfanne sehr wildreich war, namentlich an Gnus und Gemsböcken, und unsere Jäger auch wirklich viel schossen, so genügte der Vorrat doch nicht. Vor allem war der Ertrag der Jagden sehr unsicher. Manchmal hatte man Überfluß, manchmal gar nichts. Jedenfalls zeigte es sich sehr bald, daß der mitgenommene Vorrat nicht ausreichte und es nötig wurde, mehr herbeizuschaffen. Infolgedessen beschloß ich mit einer Karre zum See zu gehen, und zwar direkt nach Osten hin in dem Tal entlang, dem Schinz bis Lewisfontein gefolgt war, das nach den meisten Karten mit dem von Baines und Chapman bereisten Norton Shaw Valley zusammenhängen und zum Ngami gehen sollte. Die Erkundigungen bei einigen Buschmännern schienen die Annahme zu bestätigen, daß das Denibtal sich ostwärts zum Ngami fortsetze.

Welche Ironie des Schicksals! Wir ahnten nicht, daß wir uns gerade hier in dem Norton Shaw Tal von Baines befanden und nur dem Sandplateau, das sich südlich unseres Lagers hinzog, zu folgen brauchten, um die vleyreiche Gegend des Norton Shaw Tals und das Belltal zu erreichen!

Von der Stelle aus, wo unser Weg zum ersten Mal die weite Ebene erreicht hatte, die man als den westlichsten Teil des Okavangobeckens auffassen

muß, hätte man in 2—3 Stunden Baines' Ondrai erreichen können. Da wir aber die beiden Bainesschen Täler — Bell- und Norton-Shaw-Tal — mit dem Denibtal in Verbindung brachten, so ging ich am 7. Februar mit einem Wagen in Begleitung von Mr. Hinton nach Hakobis, während Powrie und Webb an der Blaubuschpfanne zurückblieben mit der Instruktion, in dem ¹Gamfeld meine Rückkehr abzuwarten. Mit Hülfe von Buschmännern, die ich im Denibtal antraf, kamen wir wohl nach der großen Sandpfanne ¹Gabba, allein dort endeten die Kenntnisse unserer Führer. Schließlich gelang es, freilich unter großem Zeitverlust, die Reihervley am 20. Februar zu erreichen. Der Weitermarsch war nun nicht mehr schwer. Am 24. Februar passierten wir mit Harrys Kraal die erste Ansiedlung und kamen am 26. früh nach ¹Gau.

Wir hatten auf dieser Tour so manche Überraschung erlebt. Zunächst endete der Denib mit zahlreichen Armen in der weiten Ebene des westlichen Okavangobeckens, anstatt zum Ngami zu gehen, sodann war die Existenz des langen Plateaurandes neu, der jenes Becken auf der Nordwestseite begrenzt, schließlich war der allmähliche Übergang aus dem Sandfeld der Kalahari in das trockengelegte, noch deutlich erkennbare Sumpfgebiet des Tauche mit dem Gewirr alter Flußbetten entschieden von hohem Interesse.

Von Maschabing, wo wir am folgenden Tag eintrafen, ritt ich allein nach Kwebe, um die notwendigen Vorbereitungen für den Rückweg zu treffen und die neuen Vorräte zu holen. Mit dem Prospektor Mr. Young, einer zweiten Karre und einem reichlichen Vorrat an Korn nach Maschabing zurückgekehrt, schickte ich am 8. März Hinton auf dem Wege, auf dem wir gekommen, nach ¹Gam zurück, ich selbst wollte direkt nach Westen gehen. Leider wurde aus diesem Plan nichts. Denn einmal war während der letzten Wochen kein Regen gefallen und zweitens bekam ich durchaus keine Führer. So mußte ich denn am 9. März Hinton folgen. Als wir Naka a letschwi erreichten, war an der neu aus Kwebe mitgebrachten Karre ein Rad verbogen, so mußten wir zunächst am 10. und 11. liegen bleiben und versuchen, ein anderes Rad in ¹Gau zu bekommen. Das mißlang. Es wurde also notdürftig ausgebessert, und wir kamen über ¹Gau bis zu Ssekumis Viehposten in der Gemarkung ¹Kai. Dort brach das Rad zusammen. Nun schickte ich meinen Treiber zur Stadt zurück, um einen Wagen von dem dortigen Kaffernmissionar zu mieten. Derselbe langte denn auch am 17. März an. Am 18. zogen wir weiter; am folgenden Tag waren wir an der Reihervley.

Am 20. März, auf dem Morgentrek, begegnete uns plötzlich ein Boy Powries, Saukutse, mit drei unglücklichen Nachrichten. Einmal war Powrie, wie er mir in einem Briefe schrieb, von ¹Gam aus nach ²Garu gezogen, weil seine Vorräte fast erschöpft und Wild kaum vorhanden sei. Er wolle versuchen, nach Nordost zum Okavango zu gehen. Sodann war Hintons Karre zwischen ¹Gabba und Hakobis zusammengebrochen, und schließlich die sehr unerfreuliche Nachricht, daß ¹Gabba trocken sei.

Die beiden letzten Nachrichten waren für uns zunächst die wichtigsten. Hinton mußte unter allen Umständen unterstützt werden. Um aber nach Hakobis zu gelangen, das von allen Pfannen voraussichtlich allein noch Wasser enthielt, waren besondere Maßregeln notwendig. Ich hielt also zunächst ca. 12 km westlich der Reihervley, schickte die Ochsen zum Wasser zurück und brach am Abend des 20. März auf. Wir trekkten während der ganzen Nacht und am folgenden Morgen. In der zweiten Nacht vom 21.—22. März passierten wir ¹Gabba, in der dritten Nacht trafen wir 17—18 km vor ²Köö die Karre Hintons. Hendrik befand sich bei ihr als Wächter. Der arme Kerl hatte von Melonen — Mokate — gelebt. Hinton war mit einem andern Boy und den Ochsen voraus nach ¹Gam, um Powrie einzuholen. Hendrik hatte später ebenfalls nach Hakobis gehen

wollen, fand aber bald hinter ²Köö in der Gemarkung ²Kintscha eine Pfanne mit Wasser. So kehrte er denn zum Wagen zurück.

Wir spannten aus, die Ochsen wurden angebunden und am folgenden Morgen (23. März) nach der Pfanne geschickt. Dann wurde Hintons Karre, von der ein Rad total zertrümmert war, abgepackt, und in zwei Treks brachten wir unsere jetzt schwer beladenen Wagen nach ²Köö.

Da der Weg, den wir zwischen Hükobis und ²Köö benutzt hatten, sehr sandig war, versuchte ich einen besseren zu erkunden und ritt nach Südwest, um die in die Ebene einmündenden Arme zu untersuchen, fand aber dieselben mit mächtigen Sandmassen verstopft. Auf dem Rückweg traf ich an der genannten noch Wasser haltenden Pfanne Hinton mit seinem Boy und seinen Ochsen. Wie sah der Arme aus! Entsetzlich abgemagert, mit eingefallenen Augen infolge der Fieber und der letzten Hungertage. Sie waren über ¹Gam hinaus nach ²Garu gekommen; da aber Powrie auch von dort bereits abgereist war, kehrten sie um und waren eben hier angelangt. Die Leiden der Ärmsten waren groß gewesen. In den letzten Tagen hatten sie nur von Melonen gelebt, mit der letzten Patrone hatte Hinton ein Bündel trockenes Gras entzündet, um Feuer zu bekommen. Selbst nachts hatten sie keine Ruhe, da einer immer auf die Ochsen aufpassen mußte.

Von ²Köö aus gelangten wir ohne Schwierigkeit am 29. März nach ¹Gam. Zahlreiche Buschmänner fanden sich am Lager ein, und die Erkundigungen ergaben, daß Powrie nach ²Garu, dann nach ¹Kai ¹Kai gegangen war, und daß er sich möglicherweise noch dort befände. So ließ ich denn Hinton und Young in ¹Gam zurück mit dem Auftrag, in der Umgebung zu prospektieren. Ich selbst ritt, von zwei Buschmännern begleitet, am 30. März nach ¹Kai ¹Kai ab. Wir hielten mittags an der Pfanne ²Kan²ganna, überschritten am 31. vormittags den ²Kudum und erreichten am 1. April mittags ¹Kai ¹Kai. Hier konnten wir feststellen, daß Powries Wagen nach Osten abgegangen waren, der Spur und dem Dung der Ochsen nach zu urteilen seit mindestens einer Woche.

Nach einem Vorstoß zu einer langen Kette von Bergen, die sich nordwestlich von ¹Kai ¹Kai hinzogen und von deren Existenz man noch nichts wußte, kehrten wir nach ¹Gam zurück, machten aber auf dem Rückweg noch einen Abstecher zu dem Hügel und der Pfanne von ²Kea²nacha (d. h. Elefantenzahn). Am 4. April trafen wir wieder in ¹Gam ein. Wir blieben dort noch bis zum 10. Ich untersuchte während dieser Ruhezeit das Denibtal und folgte demselben ca. 32 km aufwärts. Am 10. brachen wir auf, erreichten die große Pfanne ²Garu am 12. April und ¹Kai ¹Kai am 18. April.

Am 15.—17. April hatten wir bereits die westlichsten der ¹Kai ¹Kai-Berge besucht, von ¹Kai ¹Kai aus erforschten wir ferner die Hauptgruppe — die ²Ahaberge — von 2 Standlagern aus, die von ¹Kai ¹Kai her mit Wasser versorgt wurden. Die Tiere blieben inzwischen an der Pfanne von ¹Kai ¹Kai. Am 29. April kehrten wir dorthin zurück.

Schon während unseres Aufenthalts in den Bergen hatte uns ein aus Kwebe mit Briefen geschickter Batauana getroffen, der auch von Powrie eine Notiz mitbrachte. Er war glücklich nach dem Fluß gekommen, freilich unter großen Schwierigkeiten und von allen Lebensmitteln entblößt. In ¹Kai ¹Kai traf mittags (29. April) ganz unerwartet der Treiber Andres ein, den Powrie zu Pferde zu uns geschickt hatte mit der Nachricht, er wolle nach Andara gehen und uns daselbst erwarten. Andres war auf einem Wege gekommen, der nördlicher lag als der von Powrie benutzte. Letzterer war nämlich an einem von der ¹Kai ¹Kaipfanne ausgehenden Flußbett entlang nach Ostsüdost gezogen. Schließlich hatte er einen Buschmann gefunden, der ihn in nordöstlicher Richtung zu einer Vley und einem Viehposten der Batauana brachte. Inzwischen war aber der Batauana Harry, dessen Viehposten wir ja zweimal passierten, auf einem mehr nördlich

gelegenen Wege, wo man zahlreichen Pfannen begegnete, nach ¹Kai ¹Kai gekommen und jagte in der Nähe Elandantilopen. Seiner Spur war Andres gefolgt.

Wir verließen noch an demselben Tage ¹Kai ¹Kai und erreichten am 1. Mai ²Garu. Nach einem vergeblichen Versuch, in Djórutsa Buschmannführer zu erhalten, versuchten wir auf eigene Hand den Schadum zu erreichen. In den Kapiteln über das Kaukaufeld soll diese Reise ausführlich behandelt werden. Hier sei nur bemerkt, daß wir ohne erhebliche Mühe Kalkfontein, Sodanna und die Schadumquellen erreichten. Auf dem Marsch von diesen Quellen nach dem Tauche gerieten wir dagegen ganz unerwartet in eine 70 miles (= 112 km) lange Durststrecke, die uns nicht geringe Beschwerden verursachte. Es hätte nicht viel gefehlt, so hätte der Versuch mit völligem Schiffbruch geendet.

Wir erreichten indes glücklich am 29. Mai Makaus Dorf. Jetzt war die Zeit der Leiden und der Durststrecken zu Ende. Am Rande des Okavangosumpfes entlang zogen wir zum Unterlauf des ²Kandum, zur Bakalaharistadt und zum Mambukuschudorf Kapinga (4. Juni). Dann vom Fluß abbiegend und wieder in das Sandfeld eindringend, gelangten wir am 8. Juni nach Andara oder, wie man jetzt besser sagen sollte, Libébe, da der regierende Häuptling wieder Libebe heißt, wie in den Zeiten Livingstones und Greens. Powrie war bereits seit einer Woche hier und erwartete uns mit Schmerzen, da er nicht wußte, wo wir eigentlich steckten.

Unsere Beziehungen zu Libebe waren recht freundliche. Früheren Reisenden war es anders gegangen. So hatte Andara die Reisenden Schulz und Hammar in unverschämtester Weise ausgeplündert. Schulz erzählt, wie er später, als er sich unter dem Schutz des Batanagesandten befand, den frechen Libebe, eben unseren liebenswürdigen Häuptling und Freund, niederschlug. Franz Müller wurde gleichfalls in frechster Weise von Andara bestohlen, als er mit dem im Barutseland erhandelten Elfenbein zurückkehrte.

Andara war jetzt tot, über Libebe konnten wir uns nicht beklagen. Unter seiner Führung begaben sich die Prospektors auf die Flußpferdjagd in Kanus den Okavango abwärts, während ich selbst am rechten Ufer des Stromes entlang bis über die Popafälle hinaus zog (12.—15. Juni). Am 16. Juni verließen wir den Okavango. Auf der Rückreise machte ich von ²Du gámtscha, einer Sandpfanne mit Quellwasser, einen Ausflug nach dem mittleren ²Kaudum (20.—22. Juni) und ritt ferner am 25. Juni von Kapinga aus am Okavangosumpf entlang nach Norden bis zu den Baobabs südlich der Popafälle, wo ich am 13. Juli umgekehrt war. Bei meiner Rückkehr fand ich Captain Lugard im Lager, der mit mehreren Wagen gekommen war, um uns Vorräte zu bringen.

Während Lugard mit seiner Frau noch eine Vergnügungstour nach Andara machte, kehrten wir zum ²Nummassére, dem Unterlauf des ²Kandum, zurück. Von dort aus besuchte ich mit ²Koschep und einem Mambukuschu die Tschoriloberge. Wir verließen das Lager am 29. Juni, erreichten nachmittags am folgenden Tage die Berge und fanden am 1. Juli nach langem Suchen in dem Gebirge eine Quelle, an der eine Horde Buschmänner kampierte. Nach mehreren Ausflügen innerhalb der Berggruppe verließen wir am 3. Juli dieselbe und erreichten abends spät das Lager.

Um die Berge auf das Vorkommen von Erzen hin gründlicher zu untersuchen, als ich bei so kurzem Aufenthalt konnte, gingen Powrie und Hinton dorthin, während ich selbst mit einer Karre am 5. Juli nach Süden aufbrach.

In kleinen Märschen zogen wir am Rande des Okavangosumpflandes hin. Am 6.—7. Juli schliefen wir nahe bei Makaus Dorf, betraten am 9. den Distrikt ²Kúrube und erreichten den Schadum und das Massubiadorf am 10. Juli.

Das Wetter war für Reisen sehr günstig, die Tage mäßig warm, die Nächte sogar kalt, bis —5.8° C. bei Sonnenaufgang. Das Wasser war im Steigen begriffen und überschwemmte weit und breit das Land. Dadurch waren wir

nun freilich gezwungen, manchmal auf weite Strecken hin fast knietief durchs Wasser zu waten, bei der Morgenkälte kein Genuß. Südlich des Massubiadorfes kamen wir durch ausgedehntes, erst vor kurzem trockengelegtes Sumpfland, einem Netzwerk von Flußbetten zwischen Waldinseln. Schon vor Denokaning, Moremis verlassener Stadt, die wir am 13. Juli mittags passierten, macht das alte Sumpfland stellenweise einer Buschsteppe Platz, in der man noch alte Flußbetten erkennt und die anscheinend früher dem Sumpfland angehört hat.

Am 14. Juli erreichten wir die Gemarkung ‛Kai mit Ssekumis Viehposten, an dem wir im März die Ankunft des neuen Wagens abgewartet hatten. Durch ehemalige Sumpflandschaft, auf bekannten Wegen, trafen wir am 15. abends in ‛Gau und am 17. in Maschabing ein. Dort brach bei mir leider ein heftiges Fieber aus, das in einzelnen Anfällen fast eine Woche lang anhielt und die Rückreise nach Kwebe recht unbehaglich machte. Dabei waren diese Tage gerade sehr interessant, weil aus Südosten ein entsetzlicher Sturm mehrere Tage und Nächte lang raste. Die ganze Ebene des Ngami war ein schwarzes Staubmeer, und zwar bestand der Staub wesentlich aus Pflanzenasche und Humus. Innerhalb des Sandfeldes, südöstlich von Toting, war die Luft von feinem Staub gelb gefärbt. Eigentümlich war unsere Situation in Kwebe. Das Lager befand sich im Schutz der Berge, und dort herrschte absolute Windstille, während über uns weg der Sturm brauste und heulte und die gelben Staubmassen mit sich riß, die die ganze Ebene im Norden der Berge einhüllten.

Nach Beendigung des Berichts an das Direktorium über die Reise seit dem Beginn des Jahres zog ich zum dritten Mal ins Chansefeld nach Tscho-in. Meine Absicht war dieses Mal die Untersuchung der kleinen, schwer erreichbaren ‛Andjiberge und des Gebietes Nordwest von Kubi mit den von Baines und Chapman entdeckten großen Flußbetten. Im wesentlichen wurde diese Absicht erreicht. Nach Bolibing zurückgekehrt (13. September) besuchte ich noch die Matanya-Ebene westlich des Ngami, die sehr lehrreiche Verhältnisse aufweist, und kehrte dann nach Kwebe zurück.

Am 1. Oktober trat ich die Heimreise nach Palapye an. Wir reisten quer durch das Sandfeld nach Lekalu am Ngamifluß, dann den Botletle entlang nach der Polizeistation bei Rakopos Dorf, die inzwischen errichtet war. Auf neuem, von Müller angelegtem Wege durchquerten wir dann den ehemaligen Kumadausee und erreichten Pompis Dorf am 17. Oktober.

Leider wurde mir auch dieses Mal die Reise durch das Mahurafeld durch Fieber und Dysenterie verleidet. Bis Inkanani gings auf dem alten bekannten Weg, dann ritt ich von Lechachana quer durch das Pupusandfeld nach Loale und erreichte am 5. November Palapye. Damit war meine Reise beendet. Nach einem kurzen Besuch in Tati kehrte ich nach der Kapkolonie zurück.

Nach meiner Abreise machten Captain Minchin und die beiden Prospektors Hinton und Powrie eine Tour den Tamalakane aufwärts zu dem Mababesumpf und dem Kwando. Powrie hat mit dem Kompaß die Route aufgenommen, die auf der Übersichtskarte eingetragen ist. Näheres über den Verlauf der Reise und ihre Ergebnisse ist mir nicht bekannt geworden. Kartographisch ist die Tour aber wichtig, da sie die einzige Aufnahme in größerem Maßstab in jenem Gebiet vorstellt.

Im Laufe des Sommer 1899 wurde die Gesellschaft aufgelöst, nachdem sie ihre Rechte an Cecil Rhodes verkauft hatte, der das Land für seine Pläne, nämlich eine Bahn von Benguella nach Pretoria, brauchte.

Kapitel III.

Die topographischen und hydrographischen Verhältnisse Südafrikas.

Verfolgt man auf einer physikalischen Karte von Afrika den Verlauf der 500 m-Kurve, so fällt sofort auf, daß — abgesehen von den Atlasländern — das über 500 m hoch gelegene Land im Osten und Süden eine zusammenhängende Masse bildet, die von der Mündung des Chor Baraka am Roten Meer zur Mündung des Kwansa in Angola streicht. Von dieser Masse gehen drei durchschnittlich 500—1000 m hohe Bodenschwellen aus, die eine am Roten Meer in der arabischen Wüste — *Arabische Schwelle* —, die zweite von dem Nilseenhochland über Darfur, Tibesti ins Hochland von Asgar — *Libysche Schwelle* — und die dritte umgreift den Meerbusen von Guinea vom Kongo bis zum Gambia — die *Guinea Schwelle*. — Zwischen diesen Schwellen liegen zwei tiefe Buchten, eine östliche, die der Nil durchströmt, und eine westliche, die von der westlichen Sahara, dem Tsade- und Kongobecken eingenommen wird.

Noch schärfer wird Afrika durch die 1000 m-Kurve gegliedert. Dieselbe zerlegt den Erdteil deutlich in ein südöstliches Hochplateau, das in Abessinien und dem Somaliland beginnt, an der Ostküste — vom Vorland abgesehen — zum Kap verläuft, an der Westküste bis zum Kwansa reicht und nun nach Abessinien zu verläuft. Auf der letzten Strecke dringen aber die beiden Buchten doch noch nach Süden in das Hochland vor — im Kongobecken und am Weißen Nil.

Diesem *Hochafrika* tritt das ganze übrige Afrika entgegen als ein niedriges in Becken und Schwellen zerfallendes Tafelland — *Niederafrika*.

Hochafrika selbst zerfällt wiederum in zwei verschiedene Gebiete, die schon durch die Höhenkurven kenntlich werden. Dem tiefsten Einschnitt der Kongobucht am Maerosee gegenüber liegt ein tiefer Einschnitt flachen Landes am Sambesi. Derselbe reicht mit nur 160 m Meereshöhe bis Tete und mit weniger als 500 m Meereshöhe bis zur Kafuemündung südlich des Maerosees. Hier ist Hochafrika am schmalsten, und hierhin können wir die Scheidelinie legen zwischen *Südafrika im engeren Sinne* und dem *Hochplateau von Ostafrika*, das in die Tafel von Abessinien und Somaliland übergeht. Es ist ein reich gegliedertes Tafelland mit erhöhten Rändern und zahlreichen tektonischen Gräben im Inneren.

Südafrika gleichfalls ist ein gewaltiges Tafelland, das sich nach Süden hin verschmälert und abrundet. Mit oft recht steilen Rändern, zuweilen ohne jedes Vorland, erhebt sich die wenig gegliederte Küste aus dem Ozean. Dieses Plateau ist nun freilich geologisch keine einfach gebaute Tafel, vielmehr in sich recht mannigfaltig gegliedert und von recht verschiedener Zusammensetzung. Vor allem fallen zwei orographische Elemente auf, die den Charakter des Kontinents beherrschen, die Randgebirge und die zentrale Hochebene.

Die Ränder des Kontinents überragen allseitig die Hochfläche, außer an den Stellen, wo große Ströme einen Ausweg zum Meere besitzen, sei es, daß

sie sich den Weg gebahnt oder eine vorhandene Senkung benutzt haben. Allein selbst in solchen Senkungen gehen die Ebenen nirgends ununterbrochen zu dem Meeresniveau hinab, stets fallen sie mit einer oder mehreren Stufen ab.

Wir haben also unser Gebiet in zwei Teile zu gliedern:

A. Die Randgebirge mit dem Vorland.

B. Die innere Hochfläche.

A. Die Randgebirge mit dem Vorland.

I. Die Westküste.

An der Westküste beginnt das Randgebirge im Hochland von Bihé, das bis 2000 m Meereshöhe erreicht und als Schellagebirge mit steilem, nach Westen gerichtetem Abfall bis zum Kunene streicht. Nach Osten geht der aufgewölbte Rand mit flacher Böschung in die innere Hochfläche über. Dem steilen Westabfall, der östlich von Mossamedes 1200 m beträgt, ist eine Ebene vorgelagert, die nach *Höpfner*[1]) mit 150 Fuß hohem Steilrand aus dem Meere aufsteigt und nach Osten langsam ansteigt. Dann beginnen isolierte Granitberge aufzuragen, die sich vor der beschriebenen Wand des Hochplateaus zu einem flachen Hügelland zusammenschließen. Das Vorland ist 60—80 km breit, anfangs eine vegetationsarme Wüste, erst mit den Hügeln wird die Pflanzenwelt reicher. Und doch fand *v. Dankelmann*[2]) auf einem der ersten isolierten Hügel, der 50 m relative Höhe besitzt, in 20—30 m Höhe Riesentöpfe mit Rollsteinen!

Das Schellagebirge senkt sich zum Kunene bedeutend herab, indes ist dieser Südabfall noch so gut wie unerforscht. Am Kunene unterbricht jedenfalls eine entschiedene Einsenkung den Rand des südafrikanischen Tafellandes, wenn auch der Fluß immer noch mit riesigen Fällen zum Küstenvorland hinabstürzt. Südlich der Kunenesenke erhebt er sich wieder. Man kann das nun folgende Randgebirge in vier Zonen einteilen:

1) Das Kaokoplateau.

2) Das Damarabergland.

3) Das Groß-Namalandplateau.

4) Das Klein-Namalandplateau.

1) Das Kaokoplateau ist eine Tafel, die nach *Hartmann*[3]) in zwei Stufen vom Meere aus aufsteigt. Dieses aus Sandstein und Mandelstein, weiter östlich aus Kalkstein bestehende Plateau ist durch Erosion in ein unruhiges, aus Kegel- und Tafelbergen bestehendes Bergland gegliedert worden. Von diesem Kaokoplateau springen nach Nordost und Ostnordost lange Bergrücken vor in die innere Hochfläche, wie z. B. das Etendekagebirge (1500 m), die Otyo-Sandsteinterrasse, der Waterberg. Auch das Bergland von Otavi gehört hierher. Die Sedimentärgesteine gehen nach Norden über den Kunene hinweg bis zum Schellagebirge, enden im Süden aber anscheinend auf einer Linie, die vom Südrand des Waterbergs nach Südwest über den Brandberg zur Küste geht.[1])

2) Das Damarabergland folgt nach Süden hin, und zwar bis zu einer anscheinend Südwest—Nordost verlaufenden Linie, die südlich des !Kuisebhogens (ca. 24° südlicher Breite, 15° östlicher Länge) beginnt und, das ǂHu-!nibeb-Gebirge im Süden lassend, auf Rehoboth zu streicht.

Dove[3]) teilt dieses Gebiet von West nach Ost in vier Zonen:

a) Küstenland der Namibwüste, eine 50 km breite, langsam bis auf ca. 400 m ansteigende Fläche. Südlich des Kunene ist dieses Vorland schon vorhanden, aber nur 4—5 km breit, während es bei Mossamedes wieder eine Breite von 60—80 km erreicht, entsprechend der Ausdehnung der Wüste.

b) Das Westliche Steppenland stellt den Westabhang eines gewaltigen Festlandsockels vor. Die Flüsse sind tief eingeschnitten, zahlreiche Berge sind

breiten Ebenen aufgesetzt, die bis 400 m relative Höhe erreichen. Diese Zone geht bis Otjimbingwe.

c) Das Gebirgsland des südlichen Damaralandes folgt nach Osten hin, ein richtiges Gebirgsland, mit schroffen kahlen Bergen und ohne irgend wie erhebliche Ebenen.

d) Das Wassergebiet des ǂNossob ist eine anfangs 1800 m hohe Ebene, der Beginn der zentralen Hochfläche. Man erreicht sie, von Windhuk (1625 m) auf dem 1850 m hohen Paß, der nach Seeis führt.

Pechuel-Lösche[6]) charakterisiert das Hereroland mit den Worten: „verschüttetes Gebirgsland, aus dessen Schuttmassen nur die Spitzen herausragen".

In diesem Damaragebirgsland kann man einzelne gewaltige Stöcke und Massive unterscheiden, so den Omataku [2150 m absolute, 550 m relative Höhe über der östlichen Hochfläche[7])], das Erongomassiv (ca. 2000 m), die Auasberge (2130 m), das Massiv des Komashochlandes.

Gneiße, Granite in Stöcken, Glimmerschiefer, krystallinische Schiefer verschiedener Art, Amphibolithe, krystallinische Kalksteine setzen das Land zusammen. Die steil aufgerichteten Schiefergesteine streichen vorwiegend S.W.-N.O. und S.—N., aber auch S.O.—N.W. Nach *Gürich*[8]) haben die Gneißgebirge zackige zerrissene, die Granitberge rundliche glatte Formen, auch unterscheidet er eine Gneiß- und eine Schieferzone, erstere von der Walfischbai aus nach Nordost streichend, die letztere südlich davon im Kuisebgebiet.

3) Das Groß-Namalandplateau folgt nach Süden hin und hat nach *Schenck*[9]) folgenden Aufbau. Ohne wesentliche Berge steigt das Land 90 km von der Küste bis !Aus (1426 m) auf — eine Fläche krystalliner Gesteine, besonders Gneiß, die zum größten Teil mit Sand und Wüstenschutt bedeckt ist. Nur niedrige Rücken des Grundgesteins ragen auf.

Östlich der Berge von !Aus beginnt dann eine Plateaulandschaft aus Sand- und Kalksteinschichten, mit Aufbrüchen des älteren Grundgesteins, mit den Grabenbrüchen von Bethanien und Bersaba und isolierten Bergen in den Gräben. Einer dieser isolierten Kegel — der Geitse !gubib — ist nach *Schenck*[10]) ein porphyrischer Stratovulkan. Östlich dieses Stratovulkans und des Grabens von Bersaba folgt das Kalksteinplateau des Veldschoendragerlandes, das direkt in die Hochfläche der Kalahari übergeht.

Zwischen dem Groß-Namalandplateau und dem Damarabergland schiebt sich die zentrale Hochfläche von Osten nach Westen bis über Rehoboth hinaus vor. Im Südosten des Schutzgebietes springt dagegen umgekehrt ein Bergstock, der nach *Schenck*[11]) einen Bau wie die Plateaus im Groß-Namaland hat — das Karasgebirge — in die Hochfläche nach Osten vor.

4) Das Plateau von Klein-Namaland geht bis zum Olifant Revier, und dieser Teil der Küste bildet einen Sockel mit einzelnen aufragenden Gebirgen, wie Vogelklip, Kamiesberge, Karreeberge. Die nördliche Hälfte besteht zum größten Teil noch aus Gneiß, wie im Groß-Namaland, im Süden herrschen aber Tonschiefer und krystallinische Schiefer vor. Nach Osten hin fallen die Berge zu der Hochfläche von Groß-Buschmannland ab. Die mächtigen Sandsteinplateaus von Groß-Namaland scheinen hier zu fehlen. Die Höhen der Berge sind nirgends bedeutend, der höchste scheint die Vogelklip zu sein mit 1320 m, während der Ort Springbock auf der Hochfläche 970 m hoch ist. Jedenfalls ist im Bereich von Klein-Namaland eine deutliche Erniedrigung des Randgebirges zu verzeichnen.

II. Die Südküste.

Sie besteht aus zwei total verschiedenen Gebilden:

1) Dem Kapländischen Faltengebirge.
2) Dem Stufenland von Kaffraria und Natal.

1) Das Kapländische Faltengebirge.

Obwohl ja die Westküste bis zum Kap herabgeht, wollen wir den Teil südlich des Olifant Reviers im Clanwilliam-Distrikt doch bei der Südküste mit behandeln. Wenn wir dieselbe nach Osten hin bis jenseits Port Elisabeth rechnen, so hat sie einen ziemlich einheitlichen Bau. Die Aufnahmen der geologischen Landesanstalt in Kapstadt haben nachgewiesen, daß von den Bokkeveld- und Cederbergen ab ein altes Faltengebirge anfangs nach Süden, dann von Worcester ab nach Osten verläuft und zwischen Algoabai und East London an der Küste ausstreicht. Dieses alte und einst sehr hohe Gebirge sei im nachfolgenden das Kapländische Faltengebirge genannt. Es besteht hauptsächlich aus sedimentären Gesteinen, den Kapschichten, und die Falten bilden die langen, parallelen Ketten der Olifants-, Drakenstein-, Zonderende-, Lange Berge etc. als Außenkette, dagegen die Kalte Bokkeveld-, Ceder-, Hex River-, Zwarte Berge etc. die Innenkette. An der Umbiegungsstelle bei Worcester ist eine starke Zertrümmerung der Falten und Schollenbildung unter Verwerfungen vorhanden. Die Bergketten erreichen Höhen bis über 2000 m. Die liegenden Schenkel zwischen den Falten stellen die Hochflächen der kleinen und großen Karro vor. Zwischen dem Gebirge und der Küste liegt ein schmales Vorland, das mitunter, z. B. bei Kapstadt, eine beträchtliche Breite haben kann — die Kaapsche Platte. Auf ihr stehen isolierte Berge, wie der Tafelberg (1082 m).

2) Das Stufenland von Kaffraria und Natal.

Östlich von Port Elisabeth verändert die Küste ihren Charakter. Das System des Kapländischen Faltengebirges streicht an der Küste aus, und es folgt jenseits des Kaiflusses ein einfaches Stufenland ohne Faltenzüge. Dieses Stufenland beginnt bereits weit im Westen östlich der Cederberge mit den Rood-Hantam-Roggeveld-Bergen und zieht sich unter dem Namen Niouveveld-, Winterberg-, Schneeberge nach Osten bis zum Kompaßberg hin. Hier tritt eine Teilung ein. Eine Stufe mit erhöhtem Rand zieht sich in Ostsüdostrichtung zur Küste und endet südlich des Kaiflusses — Tandjesberg, Gr. Winterberg, Berge von Stutterheim etc. Die zweite Stufe liegt nördlich der Ebene von Middelburg und erreicht unter dem Namen Zuurberge den Stormbergdistrikt.

Bezüglich des nun folgenden Kaffrarischen Küstenlandes herrschte bislang die Vorstellung, daß es ein in Stufen aufsteigendes Land sei. Für Natal trifft diese Auffassung durchaus zu, allein im eigentlichen Kaffraria und Bassutoland sind die Verhältnisse komplizierter. Durchaus fremdartig ist dort die lange Kette der Stormberge, Kathlamba etc. bis zum Mont aux Sources. Sie findet in Natal kein Gegenstück. Erst die Untersuchungen von *Schwarz* [12]) haben begonnen, Klarheit zu schaffen. Dann hat früher bereits in den Stormbergen vulkanische Eruptionszentra gefunden und Schwarz neuerdings eine lange nach 60° streichende Vulkankette von ca. 20, zum größten Teil zerstörten Kratern nachgewiesen. Demnach scheint die lange Bergkette von den Stormbergen bis zum Mont aux Sources eine lange Vulkanlinie mit riesigen Lavaströmen und Resten alter Krater zu sein, während die große Stufe sedimentärer Schichten, die im Westen als Zuurberge, in Natal als Drakensberge vorhanden ist, im Bassutoland anscheinend durch die Stufe westlich des Oranjetals — Malutiberge u. s. w. — vertreten wird. Diese Stufe schließt sich am Mont aux Sources unmittelbar an die Drakensberge an, im Südwesten aber muß eine Lücke vorhanden sein, durch die der Oranje nach Westen hin entweicht.

Die Reste ehemaliger Krater sind mit Sicherheit nur auf der Grenze zwischen Bassutoland und Ostgrikwaland nachgewiesen worden. *Churchill* [13]) dagegen fand auf dem höchsten Kamm am Mont aux Sources keine Anzeichen von Lavaströmen und

Aschen, sondern nur eine bis 4500 Fuß mächtige, gewaltige Melaphyrdecke, die ein Plateau bildet. Dasselbe stürzt nach Osten als steile Wand ab, senkt sich aber nach Westen ins Bassutoland als ein zerklüftetes, in Hügel und Rücken aufgelöstes, völlig unbewohntes Hochland. Indes ist es doch recht wohl möglich, daß sich östlich der Steilwand, also auf der ca. 4500 bis 5000 Fuß hohen Terrasse am oberen Tugelaflusse, entsprechend der Lage der Krater in Ostgrikwaland, noch Kraterreste nachweisen lassen.

Südafrika erreicht in dem Melaphyrplateau seine höchste Höhe, indem viele Gipfel über 3000 m hoch sind — Mont aux Sources 3400 m als höchster. Aber auch die eigentliche Randstufe der inneren Hochfläche liegt meist in 3000 m Höhe.

Der steile Abbruch des Hochplateaus setzt sich, wie gesagt, als Drakensberge im Hinterland von Natal und Zululand fort und geht in das Gebirge der Ostküste über.

III. Die Ostküste.

Die Ostküste bis zum Sambesi zerfällt in drei orographisch gesonderte Teile:

1) Das Randgebirge von Transvaal.
2) Die Limpoposenke.
3) Das Matabelehochland.

1) Das Randgebirge von Transvaal bildet einen scharf ausgeprägten Kamm, der nach Westen langsam in die Hochfläche übergeht, nach Osten aber als gewaltige Stufe abbricht. An diese Stufe schließt sich ein Bergland an, das die Landschaften von Vryheid, Sululand, Swasiland zusammensetzt und westlich der Delagoabai von der Nord-Süd streichenden schmalen Kette der Lebomboberge abgeschlossen wird. Der Kamm im einzelnen führt verschiedene Namen, wie Drakensberge, Duivels Kantoor, Lydenburger Bergland, Zoutpansberg. Der geologische Charakter dieser Gebirgsmasse ist nicht einheitlich, vielmehr bilden drei verschiedene Schichtenarten den Kamm des Gebirges, der dementsprechend ein wechselndes Aussehen hat; im Süden Wände von Sandsteinen, Schiefern und Diabasen der Karroschichten, in der Mitte dickbankige Mauern aus Quarziten der Lydenburger Schichten und im Norden stark erodierte und reich gegliederte krystalline Schiefer. Das Randgebirge nimmt nach Norden hin an Höhe ab: Mont aux Sources 3400 m, Drakensberge 2200 m, Mauchberg im Lydenburger Bergland 2660 m, die Berge des Zoutpansbergs bis 1370 m.

2) In der Limpoposenke fällt das Plateau sehr stark ab, und die breite Ebene, in der der Limpopo fließt, dürfte kaum höher als 600—700 m im Bereich der Hauptstufe an den Tolo Asimafällen liegen.

3) Zum Matabelehochland steigt die Limpoposenke auf dem Wege Tati-Bulowayo allmählich wieder an. Anfangs beginnen einzelne Berge, dann Bergketten, Massive und schließlich entwickelt sich ein geschlossenes Bergland[14]. Dieses Hochland ist ein Plateau aus Granit, das etwa unter 20° 40′ südlicher Breite mit ca. 300—350 m hohem Abfall beginnt. Sein Rand ist sehr zerschnitten und zerklüftet, aber doch deutlich. Die Hochfläche ist auf dem Wege von Manyami bis nach dem Kumalo (bei Bulowayo) nur ca. 24 km breit und 1370—1450 m hoch, sinkt dann auf 1250 m ab (am Kumalo), während zugleich der Granit durch metamorphe Schiefer mit Goldquarzgängen ersetzt wird, die eine völlige Ebene bilden. Ähnlich sind die Verhältnisse südlich von Fort Viktoria, also weiter östlich[15]. Auch dort steigt die Limpoposenke allmählich an, Granitkuppen, dann Berge erheben sich isoliert aus der Ebene. Nördlich des Landi aber beginnt der steile ca. 460 m hohe Anstieg auf das Hochplateau, das auf dem Providenciapaß erreicht wird. Das Hochplateau ist dort 1300—1600 m hoch und wird von Granitbergen und Massiven überragt. Der Abfall nach Osten ist recht steil, und schnell sinkt das Land gegen das breite Küstenvorland — Gasaland — fast bis auf Meereshöhe ab[16]. Der Plateaurand

selbst ist stark zerklüftet und vielfach in zahllose Berge aufgelöst. Nach Nordwest hin senkt sich dagegen die Hochfläche, sowohl zum Makarrikarribecken, als zum Sambesi.

In nordöstlicher Richtung behält das Hochland den beschriebenen Charakter — Hochflächen, Granitmassive, tief eingeschnittene Schluchten — bei, endet aber vor dem Erreichen des Sambesi. Südlich vom Sumbo ist die Plateaugrenze sehr scharf unter 16° 20′, dann folgt eine ganz auffallend ebene, 75 km breite Niederung, in die das Sambesital mit steilen zerrissenen Wänden eingeschnitten ist.[17]) Stromabwärts folgt die Kataraktenzone von Kebrabassa, wo der Fluß anscheinend eine Schwelle durchbricht. Von hier bis zur Lupata-Enge ist das Land wiederum recht eben und kann als das Becken von Teto bezeichnet werden. Auf dasselbe wiederum folgt das Becken von Sonna, das nach dem Meere hin geöffnet ist.

Werfen wir noch einen Blick auf die dem Hochplateau vorgelagerten Küstenebenen.

Während an der Kaffrarischen Küste ein Vorland von einigem Umfang fehlt, entwickelt sich im Sululand eine sandige Ebene mit jungen Meeresablagerungen und Schollen cretaceischer Schichten. Auf der Westseite wird es durch die lange Lebombokette begrenzt, mit der das Gestein des Sockels beginnt — einem auffallend schmalen geraden Porphyrzug. Die größte Breite erreicht das Vorland im Gasaland und geht weiter nördlich in die tiefe Bucht des unteren Sambesi über. Es steigt im Gasaland bis zu 500 m Meereshöhe gegen den Festlandsockel an und geht anscheinend mit nur unbedeutenden Stufen in die Limpoposenke über.

Das Matabelehochland findet seinem geologischen Bau nach seine Fortsetzung im Schire-Nyassa-Hochland, das, wie jenes, aus Graniten, Gneißen und krystallinen Schiefern besteht. Aber zwischen beiden liegt der Einbruch des Sambesitals mit abgesunkenen Schollen jüngerer Gesteine. Das Schire-Nyassa-Hochland geht seinerseits nach Westen in das Kafue-Loangwaplateau zwischen der Mündung des Kafue und Tete, sowie in das Batokahochland nördlich zwischen der Kafuemündung und den Viktoriafällen über.

Das Batokahochland beginnt nördlich des Sambesi mit steilem Rand, hat durchschnittlich 1200 m Meereshöhe, setzt sich ohne Unterbrechung über den Kafue nach Norden weg[18]) und geht so in das Kafue-Loangwa-Plateau über; diesem Plateau gehört das 1500 m hohe Muschinga-Massiv an[19]).

Das Kafue-Loangwa-Plateau geht seinerseits in das Angonihochland, das den Nyassa an der Westseite begrenzt, und in das Tanganyikaplateau zwischen jenem See und dem Tanganyika über. Allein in dieses breite Plateaugebiet ist das Becken des Loangwa (360 m) und des Lukossascha (470 m)[20]), im Norden aber das des Bangweolo (1140 m) eingesenkt. Nach Nordwest hin geht es aber in den 1200 bis 1600 m hohen Rücken über, der die Wasserscheide zwischen dem Sambesi- und Kongogebiet bildet.

IV. Der Nordrand des inneren Beckens.

Das Bergland von Bihé bildet einen Quellenknoten für die Quellflüsse des Kunene, Kubango und Kwansa. Von diesem Hochland geht ein Rücken nach Osten weiter, der anscheinend nirgends bedeutende Höhen erreicht, aber doch nach Süden hin steiler abzufallen scheint. Nach *Quickes* Darstellung ist das wenigstens im Quellgebiet des Lungwebungwe der Fall.[21])

Sehr eigentümlich schien nach Livingstones Beschreibung die Wasserscheide zwischen Sambesi und Kassai beschaffen zu sein. Dort sollte eine ausgedehnte Ebene, in der der Dilolosee liegt, während der Regenzeit unter Wasser stehen und dasselbe ohne eigentliche Flußläufe nach beiden Seiten abfließen. *Lemaires* Untersuchungen[22]) haben jedoch gezeigt, daß diese Auffassung nicht richtig ist. Beide

Flußsysteme sind durch einen Rücken getrennt, der freilich gerade nördlich des Dilolo sehr flach ist und ein ca. 1200 m (Wasserscheide 3970 Fuß = 1210 m) hohes Sandfeld mit einem „massif composed chiefly of limonite“ bildet. Allein die Wasserscheide ist selbst nördlich des Dilolosees so deutlich, daß die Handelsstraße auf ihr entlang geht und dadurch die sumpfigen Täler der Sambesizuflüsse vermeidet. Sogar als Wagenweg wird sie von Portugiesen benutzt.

Weiter östlich besitzt die Wasserscheide dagegen einen steilen Abfall nach Süden — z. B. 400 Fuß steil hinab zum Luakera, einem Nebenfluß des Sambesi — und erreicht auch bedeutendere Höhen von über 5000 Fuß (Nkumba 5250 Fuß = 1600 m). Dieser Höhenzug ist es, der in das Kafue-Loangwa-Plateau südlich des Bangweolo übergeht.

Hiermit haben wir die Grenzen jenes weiten Beckens kennen gelernt, das zum größten Teil von dem Sandfeld der Kalahari eingenommen wird.

B. Die zentrale Hochfläche.

Das innere Becken stellt in der Form, wie es hier abgegrenzt worden ist, kein einheitliches Gebiet vor, setzt sich vielmehr aus mehreren landschaftlich, topographisch, geologisch und wirtschaftlich recht verschiedenartigen Ländern zusammen. Dazu kommt, daß es zu ganz verschiedenen Flußsystemen gehört und überdies große Gebiete wohl Flußbetten haben, aber doch nicht entwässert werden, weil sie heutzutage wasserlos sind. Sie lassen sich zur Einteilung auch nicht benutzen. Manche Gegenden sind gebirgig und unterscheiden sich dadurch wesentlich von den weiten Ebenen, die den größten Teil der Hochfläche bilden. Klimatisch gehört das Becken ja auch ganz verschiedenen Gegenden an: tropische niederschlagsreiche Länder im Norden, regenarme Subtropen im Süden, ein Übergangsgebiet in der Mitte. Da alle diese verschiedenartigen Regionen mehr oder weniger ineinander übergehen, so ist es nicht möglich, die Hochfläche in scharf umgrenzte Zonen einzuteilen. Wir werden oft gezwungen sein, willkürlich die Grenzlinien zu legen und ferner manche Gebiete, die, von einem Gesichtspunkt aus betrachtet, eine einzige Zone bilden müßten, aus anderen Gründen zu teilen.

Zunächst möchte ich das innere Becken in zwei Zonen gliedern, die zwar an Größe sehr ungleich sind, aber durch wichtige Merkmale charakterisiert werden:

1) Die Region der örtlichen Verwitterungsprodukte.
2) Die Region der sandigen Aufschüttung.

1) Die Region der örtlichen Verwitterungsprodukte.

Diese Zone umfaßt ein viel kleineres Gebiet als die zweite, nämlich im wesentlichen das Flußgebiet des Oranje und Limpopo. Ihre Merkmale sind:

a) Das Gebiet hat meist Abfluß zum Meer.

b) Berge und Ebenen setzen ein Land zusammen, dessen Boden zum größten Teil aus Verwitterungsprodukten der anstehenden Gesteine besteht, die in ausgedehntem Maße zutage treten. Die Böden sind vorwiegend toniger und tonig-sandiger Natur, liegen teils auf primärer, teils auf sekundärer Lagerstätte, stammen aber selten aus bedeutender Ferne.

Zu dieser Zone gehören die Hochflächen der Kapkolonie, von Westgrikwaland, der Freistaat, Transvaal und der größte Teil des Betschuanenlandes.

2) Die Region der sandigen Aufschüttung.

Das ganze übrige Gebiet fällt in diese zweite Zone, die durch folgende Merkmale charakterisiert wird:

a) Anstehendes Gestein tritt ganz in den Hintergrund gegenüber jungen, vorwiegend sandigen und kalkigen Ablagerungen. Dieselben dominieren der-

artig, daß sie dem ganzen Gebiet den Stempel aufprägen. Berge treten nur als lokale Hügel und Ketten auf. In der Ebene bildet anstehendes Gestein nur streckenweise flache Erhebungen, die man als Gesteinsfelder den weiten Sandfeldern gegenüberstellen kann.

b) Das Land ist zum größten Teil abflußlos, nur das Gebiet des Oberen Sambesi und in beschränktem Maße das des Okavango haben Abfluß zum Meer.

Klimatisch besteht kein Gegensatz zwischen beiden Zonen. In beiden ist der Norden regenreicher als der Süden.

Dieses gewaltige Gebiet der nordwestlichen Zone, in dem sandige Ablagerungen den größten Teil der Oberfläche einnehmen und das, wie wir sehen werden, eine gleichartige geologische Entwicklung gehabt haben dürfte, möchte ich unter dem Namen Kalahari zusammenfassen. Ursprünglich bedeutet der Name wahrscheinlich nur den Süden des Sandfeldes, und heutzutage noch beschränken Eingeborene und selbst Europäer den Namen auf den Süden. Andererseits hat aber schon *Livingstone* auch das Sandfeld zwischen dem Bamangwatoland und dem Kwando zur Kalahari gerechnet. Dagegen dürfte die Anwendung auf die Sandfelder des Sambesigebiets und des oberen Okavango neu sein.

Nach den Erkundigungen von *Franz Müller*, des besten Kenners der Kalahari, sind die Batauana und Bakalahari der Ansicht, daß der Name von einem ehemaligen Häuptling Kalahari herkommt, von dem nach das Volk der Bakalahari seinen Namen habe. Da auch andere Betschuanenstämme nach ihren Führern benannt worden sind, z. B. die Batauana nach Tau, so hat die Erklärung der Bakulahari nichts Auffallendes. Demnach würde das Wort Kalahari das Land der Bakalahari bedeuten. Tatsächlich ist das südliche Sandfeld, also gerade die Kalahari im engeren Sinn, das Hauptland dieses Volkes. Es ist aber auch möglich, daß der Name von dem Buschmannwort Karri herrührt. Dasselbe bezeichnet die Salzpfannen und Kalkpfannen des Sandfeldes, daher Makarrikarri = die Salzpfannen der östlichen Kalahari. Tatsächlich schreibt *Burchell* noch Karrikarri und Bakarrikarri. Schließlich ist auch behauptet worden, Karrikarri heiße: die Peinigende[23]).

Trotz aller Verschiedenheit im äußersten Süden und Norden hat nun aber, wie bereits betont wurde, das weite öde Sandfeld vom Kongobecken bis zum Oranje soviel übereinstimmende Merkmale, und beide so weit entfernte Gegenden gehen so allmählich ineinander über, daß es unnatürlich wäre, dieses geographisch-geologisch einheitliche Gebiet auseinander zu reißen. Deshalb sei das ganze Gebiet der sandigen Aufschüttung Kalahari genannt.

Gehen wir nun zu der genaueren Abgrenzung und zu kurzer Besprechung der beiden verschiedenen Regionen über.

1) Die Region der örtlichen Verwitterungsprodukte.

Dieselbe läßt sich im allgemeinen recht gut abgrenzen. Die Randgebirge stellen ja im Westen, Süden und Osten feste Grenzen vor; von der nordwestlichen Zone ist sie aber nur zum Teil scharf geschieden. Außerordentlich wichtig ist das Auftreten einer Landstufe im Betschuanenland, die bisher ganz vernachlässigt wurde, die aber das abflußlose Gebiet scharf abgrenzt. Es ist dieses das Kalahariplateau des Betschuanenlandes[21]).

Das Nordostende des Kalahariplateaus beginnt an der Maklautsipforte und zieht als ein 150 bis 300 m hoher Rand in südwestlicher Richtung bis über Kanya hinaus fort. Es endet nördlich des Molopo. Der Plateaurand wird von zahlreichen Schluchten und Tälern durchfurcht, wie z. B. bei Schaschani, Mabäle a pudi, Kanne, Lerotsi, Schoehong, Kolobeng, Molopolole u. a.

Die Grenze zwischen beiden Zonen ist von Kanya ab nicht scharf. Wir wollen sie nach der Ga Mbamikette, 25 miles westlich von Kuruman[25]), und von dort nach Upington am Oranje ziehen. Dann liegt das Sandfeld der Kalahari

im wesentlichen im Nordwesten, die gebirgige Zone und das Gesteinsfeld des Knapplateaus im Südosten. Von Upington ab läuft die Grenze dann nach Westnordwest, etwa in der Richtung auf den südlichen Teil des Karasgebirges hin.

Da das ganze Matabelehochland zum Randgebirge gerechnet wurde, so bleibt zwischen ihm und der Nordostecke des Kidahariplateaus eine Pforte — Maklantsipforte[26]) — durch die man aus der Limpoposenke anscheinend ohne wesentliche Niveaustufe in das Makarrikarribecken gelangt.

Die südöstliche Zone gliedert sich geologisch und orographisch in zwei Regionen, die der Karroschichten und die der Lydenburger und Primärformation.

Die Region der Karroschichten umfaßt das Roggeveld, mit den Hartogs-, Jagdpan-, Doornbergen, ganz Carnarvon und Westgrikwaland östlich des Campbells Randes, den ganzen Freistaat und das südliche Transvaal bis Belfast-Middelburg. Horizontale Schiefertone mit Diabasgängen und -Lagern überwiegen. Die meist niedrigen Berge sind herausgewitterte Diabase, der Boden ist schwerer Ton, oft steinig, oder feiner roter äolischer Tonstaub über weißer Kalkbank. Die Vegetation ist vorwiegend Heide, im Nordosten baumloses Grasland.

Die Region der Lydenburger Schichten und der Primärformation dagegen umfaßt Groß-Buschmannland, das Kaapplateau, Betschuanaland und den größten Teil des Transvaal. Granite, Gneiße, Schiefer, Sandsteine, Quarzite, Kalksteine setzen das Land zusammen, und zwar ist der Aufbau sehr kompliziert. Der Boden ist, entsprechend der Beschaffenheit der Gesteine, meist sandig bis lehmig, die Vegetation Buschsteppe und Grasland mit Büschen und Bäumen.

In orographischer Hinsicht zerfällt diese Region in mehrere Gebiete von verschiedenem Charakter.

Rehmann[27]) gliedert Transvaal in vier von Süden nach Norden aufeinanderfolgende Zonen:

α) Das Hochfeld.
β) Das Buschfeld.
γ) Das Limpopoplateau.
δ) Die Limpoposenke.

α) Das Hochfeld umfaßt das südliche Transvaal. Seine wichtigsten Höhenzüge sind der Witwatersrand (1950 m) und die Magaliesberge (1600 m). Die Hauptbergzüge streichen W.-O., und das ganze Gebiet hat eine sehr gestörte komplizierte Lagerung. Nach Osten hin lagern sich aber die horizontalen Karroschichten auf, deren Gebiet zur Karroregion gestellt wurde.

β) Das Buschfeld ist eine Niederung, die im allgemeinen 1300 bis 1400 m Meereshöhe besitzt und im Gegensatz zu dem grasigen Hochfeld mit tropischem Buschwald bedeckt ist. Innerhalb dieser Ebene liegen vereinzelte Hügel und Bergstöcke, so z. B. die Pilandsberge. Nach Westen hin geht die Ebene des Buschfeldes in die Molopopforte über. Geologisch bildet es eine Einheit, indem es aus einem gewaltigen, relativ jungen Granitstock besteht, der in der Mitte von Mandelstein überlagert wird.

γ) Das Limpopoplateau ist ein Bergland, das im Norden auf die Ebene des Buschfeldes folgt. Es besteht aus einzelnen Bergstöcken, so z. B. dem ausgedehnten Palalaplateau, den Bergen von Pietersburg und Hänertsburg, den Blaubergen u. a. Dieselben bestehen zum Teil aus alten Graniten und krystallinischen Schiefern, z. B. aus jüngeren sedimentären Formationen, haben aber einen sehr gestörten Aufbau.

Auf sie folgt nach Norden hin die

δ) Limpoposenke, eine Niederung, die wohl der Hauptsache nach aus altem Granit besteht und jenseits des Limpopo in das sanft ansteigende Hochland von Rhodesia übergeht.

Nach Westen hin geht die Ebene des Buschfeldes in die Ebene des Betschuanenlandes über, durch die der Limpopo, Mariko und Notwane fließen.

Zahlreiche vereinzelte Bergstöcke, Plateaus und Bergketten ragen aus derselben auf, schließen sich aber auch zu einem Hügelland zusammen, z. B. in dem Granitgebiet des Makalapse-Flusses. Durch Zusammentreten solcher Berge entsteht weiter westlich das bereits besprochene Kalahariplateau, das jenseits der Molopopforte in dem Kaapplateau seine südliche Fortsetzung findet. Diesem wiederum sind lange Bergketten aufgesetzt, so vor allem die Schurfte-, Asbestos- und Lange Berge nördlich des Oranje, sowie die Bergketten von Madebing und Maubelle am Bogen des Molopo.

Die Region der Bergketten setzt auch über den Oranje nach Süden hinweg, nämlich in den Doorn- und Ezelbergen. Aber sie sind unbedeutend, und der größte Teil von Groß-Buschmannland südlich des Oranje ist im wesentlichen eine Ebene.

Die sehr komplizierte Zusammensetzung aller dieser Gebiete werden wir im nächsten Kapitel kennen lernen.

Dem Leser wird es nicht entgangen sein, daß die Einteilung in Randgebirge und Hochfläche im Gebiet von Transvaal und Rhodesia nicht gleichartig ist. Rhodesia ist ein Gebirgsland, das man als Einheit ansehen muß und das zum Randgebirge gestellt wurde. Im südlichen Transvaal dagegen steigt die innere Hochfläche bis zu den steil abstürzenden Drakensbergen an. Daher muß man das Randgebirge nahe dem östlichen Steilabsturz beginnen lassen. Im nördlichen Transvaal findet nun ein Übergang statt. Ein wirkliches Bergland trennt dort die Hochebene von dem Abfall zur Küste. Die Ursache für die Verschiedenheit ist im geologischen Aufbau begründet. Im Süden bildet eine Stufe aus flachgelagerten Sedimentärgesteinen das Plateau, im Norden aber beginnt das krystalline, stark erodierte Grundgestein ein Randgebirge zusammenzusetzen und herrscht in Rhodesia vollständig. Daher die Inkonsequenz in der Einteilung.

2) Die Region der sandigen Aufschüttung.

Dieselbe umfaßt das Gebiet der Kalahari, die im vorliegenden Buche den Gegenstand näherer Betrachtung vorstellt. Deshalb sei an dieser Stelle nicht näher auf dasselbe eingegangen, nur auf die Einteilung dieses Gebiets in drei Zonen möchte ich noch kurz hinweisen, die im Laufe der folgenden Kapitel wiederholt erwähnt werden. Eine eingehende Begründung dieser Einteilung soll später folgen.

a) Die südliche Kalahari ist das zum Oranjesystem gehörige Sandfeld, also das Gebiet des † Nossob und Molopo. In Wirklichkeit ist dasselbe abflußlos.

b) Die mittlere Kalahari liegt südlich des 18° südlicher Breite und umfaßt das Salzpfannenbecken, das Okavangobecken und das Ovamboland mit dem noch sehr wenig bekannten Oschimpolosandfeld zwischen Ovamboland und dem Kubango.

c) Die nördliche Kalahari liegt zwischen dem 18° südlicher Breite und der Wasserscheide zwischen dem Okavango-Sambesi und dem Kwanza-Kongo.

Die hydrographischen Verhältnisse Südafrikas.

Nur in ganz großen Zügen sei hier auf das Flußnetz eingegangen, das zwar seinem topographischen Verlauf nach im allgemeinen bekannt ist, von dessen Entwicklungsgeschichte wir jedoch noch herzlich wenig wissen.

Zwei Faktoren bedingen hier wie meistens die Ausbildung des Flußnetzes in erster Linie, die Niederschläge und die Oberflächenformen des Kontinents.

1) Die Niederschläge haben, wie wir im Kapitel V sehen werden, eine sehr ungleiche Verteilung. Die Kongo-Sambesiwasserscheide, sowie die Oberläufe des Kunene im Westen bis zum Kafue im Osten liegen in der Zone mit über 1 m Regenhöhe, desgleichen Natal. Im Gegensatz dazu hat die West-

küste bis tief in die Kalahari hinein weit unter 250 mm Regen. Dazwischen liegt eine Zone mäßiger Niederschläge.

Entsprechend dieser Verteilung sind wasserreich alle Ströme, die von der nördlichen Wasserscheide kommen, und ferner die Flüsse des Ostrandes. Diese Gebiete bilden eine Zone, in der die größeren Flüsse dauernd Wasser führen. Sie umfaßt die Ostküste mit dem Freistaat, Transvaal, Matabele- und Batokahochland, ferner die nördliche Kalahari in ihrem nördlichen Teil.

Diese Zone geht ziemlich schnell in eine Region über, in der die Flußbetten nur nach starkem Regen periodisch Wasser führen. In der südlichen und mittleren Kapkolonie, in Westgrikwaland, im Betschuanenland, in der nördlichen und teilweise auch in der mittleren Kalahari tritt diese periodische Anschwellung der Flußbetten regelmäßig auf, aber nach der Westküste hin entwickelt sich ein so regenarmes Gebiet, daß die Niederschläge nur zuweilen genügen, um die Flüsse „abkommen" zu lassen, wie der landesübliche Ausdruck lautet.

2) Die Oberflächenformen bedingen in zweiter Linie die Verteilung der Flüsse. Die Beckenform des Sockels mit erhöhten Rändern ist hierbei von entscheidender Bedeutung und führt zu der Einteilung der Flußläufe in Küstenflüsse, die lediglich die Gehänge des Tafellandes hinablaufen, und in Beckenflüsse, die auf der Hochebene fließen.

Die Küstenflüsse der Ostküste führen dauernd Wasser; die bedeutendsten sind der Sabi, Inkomati und Tugela. An der Südküste vollzieht sich der Übergang von der Zone mit dauernden zu der mit periodischen Flüssen. St. Johnsfluß und Großer Fischfluß haben noch jahraus jahrein Wasser. In der westlichen Kapkolonie beginnen aber bereits die periodischen Betten hervorzutreten. Sehr bemerkenswert ist der Umstand, daß die aus der regenarmen Karro kommenden Flüsse als Betten mit unregelmäßig periodisch fließendem Wasser beginnen und erst nach ihrem Durchbruch durch die Zwarte Berge anfangen, regelmäßig von dem im Küstengebiet reichlicher fallenden Regen geschwellt zu werden. Der Gamtoos bietet ein vorzügliches Beispiel hierfür.

Auf der ganzen Westküste fehlen Küstenflüsse mit dauerndem Wasser überhaupt, nur in der Tiefe unter dem Sande pflegt dasselbe in größeren Betten sich zu halten und ist dann durch Brunnen erschlossen worden. Der Kuisep und Swakop sind die größten und wichtigsten.

Die Beckenflüsse sind weit bedeutender als die Küstenflüsse, länger und wasserreicher. Nach der Art ihres Ursprungs und Verlaufs kann man bei ihnen drei Kategorien unterscheiden.

a) Beckenflüsse erster Ordnung. Quellgebiet und Durchbruch des Unterlaufs liegen auf verschiedenen Beckenrändern. Infolgedessen durchziehen die Flüsse weite Räume, erhalten reichliche Zuflüsse und enden als wasserreiche Ströme. Hierher gehört der Sambesi, der auf dem Nordrand entspringt und am Ostrand mündet, und der Oranje, der vom Ostrand zum Westrand fließt.

b) Beckenflüsse zweiter Ordnung. Quellgebiet und Durchbruch des Unterlaufs liegen auf oder nahe demselben Rand. Sie haben kürzeren Verlauf und sind wasserärmer als die Flüsse ersten Ranges. Der Limpopo gehört dem Ostrand, der Kunene dem Westrand an.

c) Abflußlose Ströme. Sie enden im Becken selbst. Wir haben nur einen großen Fluß der Art, den Okavango. Er entspringt auf dem Nordrand und verliert sich in den großen Salzpfannen des Makarrikarribeckens.

Entsprechend der Verteilung der Niederschläge erhalten die Hauptflüsse nur vom Nord-, Ost- und einem Teil des Südrandes Nebenflüsse mit dauerndem Wasser. So bekommt der Sambesi vom Nordrand den Kwando, Lungwebungwe, Kabompo, Kafue, vom Matabelehochland den Gwai, Umnyati u. a. Der Oranje erhält dauernde Zuflüsse nur vom Ostrand, z. B. den Vaal, nur unbedeutende vom Südrand.

Von dem ganzen Westküstenrand südlich des Kunene kommt auch nicht ein Fluß mit dauernd fließendem Wasser herab, weder zum Meer, noch zum Oranje, noch zum Okavango. Daher ist die Kalahari trotz zahlreicher Flußbetten heutzutage praktisch abflußlos, denn die Flußbetten, die sie durchziehen, enthalten nur selten nach heftigen Regen fließendes Wasser, und noch viel seltener erreicht dasselbe wirklich den Hauptfluß.

Bei einer so wechselnden Verteilung der verschiedenen Stromgebiete muß der Verlauf der Wasserscheiden sehr kompliziert sein. Im allgemeinen herrschen linienförmige Wasserscheiden vor, die namentlich den langen Bergkämmen folgen, wie wir sie an dem Süd- und Ostrand des Plateaus finden. Auch der Witwatersraad und die Wasserscheide zwischen Kongo- und Sambesigebiet liegt auf einem Kamme.

Außerdem findet man aber auch Gegenden, von denen aus die Flußläufe radial ausstrahlen. So ist der Mont aux Sources ein richtiger Quellenknoten, wie *Hahn*[28]) ihn nennt, denn von ihm strahlen Küstenflüsse und die Quellflüsse des Vaal und Oranje aus.

Ähnliche, in ihrem Umfang aber ausgedehntere Quellenknoten findet man in Südafrika noch mehrmals, z. B. in dem Bergland von Bihé. Von demselben gehen radialstrahlig aus der Kunene, der Okavango, der Kwansa und zahlreiche Nebenflüsse dieser drei größeren Ströme.

Etwas weiter östlich liegt unter dem 18° 30′ südlicher Breite und 18° östlicher Länge eine andere Wasserscheide, die mindestens ebenso charakteristisch ist, wie die vorige. Hier entspringen strahlenförmig Quellflüsse zum Kwansa — Rio Cuiba, Cuime, Onda, Varea —, zum Okavango der Kwito, zum Sambesi der Luagwebuagwe. In geringer Entfernung nach Norden liegen auch die Quellbäche des Kassai und nach Südosten die des Kwando.

Bei dieser letzten sternförmigen Wasserscheide ist es nicht sicher, ob ein Gebirgsstock die Ursache für dieselbe ist. *Serpa Pintos* Karte[29]) spricht gegen eine solche Annahme. Denn gerade am Namen „Kangála" da, wo die Quellbäche am dichtesten liegen, fehlt jede Gebirgszeichnung. Diese Wasserscheide mag den Namen Quellknoten von Kangala erhalten.

Ganz sicher ohne alle Berge ist das Gebiet des wichtigsten Quellknotens im Damaraland, den man daher kurz den Damaraquellknoten nennen mag. Derselbe liegt östlich des Damaraberglandes in einer Ebene, die anscheinend ohne Terrainstufe in die Kalahariebene übergeht, annähernd unter dem 17° 30′ östlicher Länge und 21° 30′ bis 21° 40′ südlicher Breite.[30]) Eine flache Bodenschwelle scheint die Veranlassung gewesen zu sein, daß von hier Quellbäche des Omuramba u Omatako nach Norden zum Okavango, des Epukiro nach Osten zu den Makarrikarripfannen, des ǂ Nossob nach Süden zum Oranje und des Swakop nach Westen zum Atlantischen Ozean gehen. Wenn diese Quellbäche heutzutage auch alle wasserleer sind, so haben sie doch in früheren Zeiten sicher Wasser enthalten, und *Galton* berichtet noch, daß aus dem Okavango Flußpferde durch den Omuramba u Omatako in den nahen Swakop gelangt seien — ein Beweis für die periodische Wasserführung der Bäche in früherer Zeit.[31]) Ob wasserhaltig oder nicht, der Quellknoten des Damaralandes beansprucht ein großes Interesse, namentlich auch mit Rücksicht auf den Durchbruch des Swakop durch das Küstengebirge. Eine Erklärung für diese eigenartigen Verhältnisse fehlt vorläufig ganz.

Überhaupt sind wir noch sehr weit davon entfernt, über die Entwicklung der Flußsysteme auch nur in großen Zügen orientiert zu sein. *Schwarz*[32]) weist auf einige interessante Probleme hin, z. B. den Durchbruch der Flüsse durch das Kapländische Faltengebirge. Er meint, daß sie älter seien als das Gebirge und sich durch die allmählich aufwölbenden Ketten durchgesägt hätten. Allein sie können auch jünger sein und durch Rückwärtseinschneiden die Karrostufe erreicht haben.

Sodann weist er auf eine Wasserscheide hin, die parallel der Vulkanreihe nach 60° streiche und zwischen dem Oranjesystem und den südlichen Küstenflüssen liege. Nur der Oberlauf des Oranje innerhalb des Bassutolandes mache eine Ausnahme, indem er auf der Südabdachung der genannten Wasserscheide entspringe, dann aber dieselbe in abnormer Weise durchbreche. Er schließt aus diesen Verhältnissen, daß der obere Oranje und seine Zuflüsse ursprünglich Küstenflüsse waren, aber durch die Vulkankette abgelenkt wurden. Letztere würde demnach jünger sein als die Flüsse.

Wenn auch erst genauere Untersuchungen die Ansicht von *Schwarz* sicherstellen können, so ist seine Darstellung doch ein deutlicher Hinweis darauf, daß es in Südafrika noch zahlreiche interessante hydrologische Probleme gibt.

Anmerkungen.

[1] *Hopfner.* Reise an der Westküste Südafrikas. Verhandl. d. Ges. f. Erdkunde. 1883.

[2] *v. Dankelmann*: Ein Besuch in den portugiesischen Kolonien Südwestafrikas. Deutsche geograph. Blätter. 1884.

[3] *Hartmann*: Das Amboland. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1902. S. 216.
Meine Expedition 1900 ins nördliche Kaokofeld und 1901 durch das Amboland. Beiträge zur Kolonialpolitik und Kolonialwirtschaft. 1902.

[4] *Gürich* sah nördlich des Brandberges Plateauberge und am Brandberg selbst Porphyr in Tafelbergform. Deutsch-Südwestafrika. Mitteil. d. geograph. Ges. in Hamburg. 1891—93.

[5] *Dove*: Beiträge zur Geographie von Südwestafrika. Petermanns Mitteilungen. 1894.

[6] *Pechuel-Lösche*: Zur Kenntnis des Hererolandes. Ausland 1886.

[7] Nach Schätzung von Kurt Dinter, der den Berg bestieg. Beiträge zur Kolonialpolitik und Kolonialwirtschaft. 1899/1900. S. 605.

[8] *Gürich*: l. c.

[9] *Schenck*: Gebirgsbildung und Bodengestaltung von Deutsch-Südwestafrika. Verhandl. d. X. deutschen Geographentages.

[10] *Schenck*: Über den Geitse !Gubib. Zeitschr. d. Deutschen geolog. Ges. 1901. S. 55 ff.

[11] *Schenck*: Gebirgsbildung u. s. w. S. 162.

[12] *Schwarz*: Volcanoes of Griqualand East. Transactions of the South African Philos. Soc. 1903.

[13] *Churchill*: On the Geology of the Drakensberge. Transactions of the South African Philos. Soc. Bd. 10. 1897—98.

[14] *Hübner*: Geographische Skizzen aus Südostafrika. Petermanns Mitteil. 1872. S. 430.

[15] *Swan*: Notes on the Geography and Meteorology of Mashonaland. Proceed. R. Geogr. Soc. 1892. S. 299.
Ferner *Maund*: On Matabele- and Mashonaland. Proceed. R. Geogr. Soc. 1891. S. 12.

[16] *Eckersly*: Notes on Eastern Mashonaland. Geogr. Journal. London 1895. S. 32 ff.
Ferner *Swan* l. c.: Sarmento, halbwegs zwischen Massikessi und Baira liegt bereits fast im Meeresniveau.

[17] *Bruce*: Journey through Mashonaland in 1889. Proceed. R. Geogr. Soc. 1890. S. 347 ff. u. Karte.

[18] *Grey*: The Kafue River and its Headwaters. Geogr. Journal. London 1901. Bd. 18. S. 68.

[19] *Thomson*: To Lake Bangweolo and the unexplored Region of British Central Africa. Geogr. Journal. London 1893.

[20] Die Zahlen sind Selby entnommen. Geogr. Journal. 1902. Bd. 19. S. 668.

[21] *Quicke*: Explorations in Marotseland. Geogr. Journal. Bd. 17. 1901.

[22] *Lemaire*: The Congo Zambesi Waterparting. Geogr. Journal. Bd. 19. 1902.

[23] Anonymer Aufsatz: Die Hottentottenstämme und ihre geographische Verbreitung. Petermanns Mitteil. 1858. S. 54.

[24] *Passarge*: Beitrag zur Kenntnis der Geologie von Britisch-Betschuanaland. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. 1901.

[25] *Marloth*: Das südöstliche Kalaharigebiet. Botanische Jahrbücher. Bd. VIII. 1887. S. 248.

[26] *Passarge*: Die Hydrographie des nördlichen Kalaharibeckens. Verhandl. d. VII. Internat. geogr. Kongresses. Berlin 1901. S. 774.

[27] *Rehmann*: Transvaal. Mittell. d. k. k. geogr. Ges. in Wien. 1881.

[28] *Hahn*: Afrika. Leipzig 1901. S. 142.

[29] *Serpa Pinto*: Quer durch Afrika. Leipzig 1884. Bd. 1. S. 252.

[30] Nach der Karte von *Langhans*: Südwestafrikanisches Schutzgebiet.

[31] *Galton*: Bericht eines Forschers im tropischen Südafrika. Leipzig 1854. S. 92,93.

[32] *Schwarz*: The Volcanoes of Griqualand East. Transactions of the South African Philosophical Society. 1903. Part 1. S. 98 ff.

Kapitel IV.

Die geologischen Verhältnisse Südafrikas.*)

Wiederholt wurden im vorigen Kapitel die geologischen Formationen erwähnt, die den südafrikanischen Kontinent aufbauen, und auf die Beziehungen zwischen innerem Bau und Oberflächenformen aufmerksam gemacht. Wir wollen jetzt die geologischen Verhältnisse näher betrachten.

Unsere Kenntnisse derselben sind freilich nicht nur recht mangelhaft, sondern zum großen Teil sehr unsicher. Die verschiedenen Forscher stimmen in vielen wichtigen Punkten keineswegs überein. Große Ähnlichkeit im petrographischen Charakter der verschiedenen Formationen, das fast vollständige Fehlen von leitenden Fossilien, sowie der Mangel an guten Aufschlüssen auf den mit jungen Ablagerungen bedeckten Hochflächen setzen der Forschung gewaltige Schwierigkeiten entgegen. Waren die natürlichen Bedingungen schon ungünstig genug, so wurde die richtige Erkenntnis der geologischen Verhältnisse auch dadurch aufgehalten, daß die meisten Forscher nur beschränkte Gebiete kennen lernten, oft nur auf der Durchreise, während systematische kartographische Aufnahmen im Hintergrund standen. So ist denn die Geschichte der geologischen Forschung in Südafrika eine wahre Komödie der Irrungen. So viel Forscher, so viel Ansichten! Ja, ein und derselbe Forscher — ich nenne nur *Dunn* und *Molengraaff* — haben ihre Auffassung wiederholt gewechselt, ohne daß man ihnen daraus einen Vorwurf machen darf.

Diese Gegensätze in den Auffassungen beziehen sich ebensowohl auf die Gliederung und Gleichstellung der verschiedenen Formationen, als auch auf die Erklärung der Entstehung derselben, z. B. des Dwykakonglomerats.

Trotz aller dieser Schwierigkeiten schien es, als ob man wenigstens in den Grundzügen zu einer sicheren Auffassung bezüglich der verschiedenen Formationen und ihrer Aufeinanderfolge gekommen wäre, als in den letzten fünf Jahren durch die systematischen Untersuchungen *Molengraaffs* in Transvaal und der Geological Commission in der Kapkolonie alle unsere Grundanschauungen von neuem erschüttert wurden. So wurde denn das Schiff der geologischen Erkenntnis, das endlich einen sicheren Hafen erreicht zu haben schien, aufs neue von den Stürmen verschlagen und irrt augenblicklich hilfloser denn je umher. Wir dürfen aber hoffen, daß die systematischen Aufnahmen, namentlich der Geological Commission der Kapkolonie, zu einer klaren Erkenntnis der Verhältnisse führen werden. Tatsächlich hat ja schon die Landesaufnahme, die unter der ausgezeichneten Leitung Professor *Corstorphines* und unter Mithülfe von *Rogers* und *Schwarz* sehr vorsichtig, systematisch und sachgemäß vorgeht, einige positive Ergebnisse von großer Bedeutung und Tragweite gezeitigt und eine Fülle neuer Fragen angeregt. Wir dürfen mit Spannung dem weiteren Fortgang der Landesaufnahme folgen.

*) Vergl. Blatt 11. Geologische Karte von Südafrika.

A. Die Gliederung der geologischen Formationen.

Um nun zu einem Verständnis der gegenwärtigen Lage zu kommen, wollen wir zunächst der Darstellung von *Schenck*, die bei den deutschen Geologen am bekanntesten ist, folgen und dann die abweichenden Meinungen anderer Forscher feststellen.

Schenck[1]) hat die geologischen Ablagerungen Südafrikas in 5 Gruppen gegliedert:

1) Primärformation.
2) Kapschichten.
3) Karroschichten.
4) Kreideschichten.
5) Rezente Bildungen.

1) Die Primärformation.

Die ältesten bekannten Gesteine sind Gneiße, Granite und krystallinische Schiefer, wie Glimmer-, Talk-, Chlorit-, Amphibolit-, Sericit-, Ottrelithschiefer, nebst Phylliten, Tonschiefern, Quarziten, krystallinen Kalksteinen. Intrusive Granite haben in den Schiefern Kontaktmetamorphosen erzeugt und treten häufig auf. Untergeordnet sind Diabase und Quarzporphyre.

In der Kapkolonie heißen sie Namaqua- und Malmesburyschichten, im Sululand, Transvaal und Matabeleland hat sie *Schenck* Swasischichten genannt. In Westgrikwaland gehören *Stows* Kheisschichten der Primärformation an.

In den Schiefern setzen vielfach Quarzgänge mit Gold auf, z. B. im Damaraland, Sululand, Transvaal, Matabeleland, während im Gneiß Erze selten und spärlich sind.

Die Primärformation ist überall in sehr stark gestörter Lagerung und bildet das Fundament des südafrikanischen Kontinents.

2) Die Kapschichten.

Diskordant liegt auf der Primärformation eine sedimentäre Schichtenreihe, die in der westlichen Kapkolonie zuerst studiert wurde und von *Schenck* den Namen Kapschichten erhielt. Mit diesen Kapschichten identifiziert er eine Schichtengruppe, die er im Namaland und Transvaal kennen lernte, wo sie etwas anders ausgebildet ist. Gerade über die Gliederung dieser Formation ist heiß gestritten worden.

Nach *Schenck* besteht sie aus zwei Gliedern, dem T a f e l b e r g s a n d s t e i n nebst den B o k k e v e l d s c h i c h t e n, sowie dem M a l m a m i d o l o m i t.

Am !Han ǂ Ami-Plateau in Groß-Namaland stellte er nach Osten hin einen Übergang von dem kompakten Sandstein, den er mit dem Tafelbergsandstein identifiziert, in dünnbankige Sandsteinschiefer und Schiefertone fest. Letztere vergleicht er mit den Schiefern der Bokkeveldschichten, welche unterdevonische Fossilien enthalten. Er meint nun, daß Tafelbergsandstein und Bokkeveldschichten Faziesbildungen in Flach- und Tiefsee seien.

Über dem Tafelbergsandstein und den Schiefern liegt konkordant der Malmamidolomit, ein chalcedonreicher Dolomit bis dolomitischer Kalkstein von blaugrauer Farbe, der im Namaland und Transvaal ausgedehnte Flächen bedeckt.

Im Lydenburger Gebiet (Osttransvaal) wird der Dolomit von einer zweiten Sandstein- und Schiefermasse überlagert. Hier und an anderen Stellen in Transvaal, z. B. den Magaliesbergen, Drakensbergen, am Mariko, ist der Tafelbergsandstein als Schieferfazies entwickelt.

Andere Forscher haben die Kapschichten in drei Glieder geteilt:

c) Zuurbergsandstein.
b) Bokkeveldschichten.
a) Tafelbergsandstein.

Schenck dagegen betrachtet alle drei als e i n e Formation.

Erzlagerstätten finden sich an mehreren Stellen in den Kapschichten. So gehören vor allem die berühmten Witwatersrandkonglomerate zur Unteren Stufe. Gold findet sich ferner im Tafelbergsandstein bei Prince Albert und bei Mosselbay. Im Malmamidolomit setzen bei Malmami Goldquarzgänge auf.

3) Die Karroschichten.

Konkordant lagert auf den Kapschichten in der Kapkolonie und Natal eine Schichtenreihe, die den größten Teil der Oberfläche der Karrosteppe bildet und deshalb obigen Namen erhalten hat. Sie besteht aus Schiefertonen, Mergelschiefern, schieferigen Sandsteinen, Sandsteinen, seltener Kalksteinen und eigentümlichen Konglomeraten, den viel besprochenen Dwykakonglomeraten. Meeresfossilien fehlen, dagegen deuten Landreptilien (besonders in der Mittleren Stufe) und Landpflanzen nebst Kohlenlagern (hauptsächlich in der Oberen Stufe) auf eine fluviatil-lakustrine Entstehung hin. Diabase treten in enormer Zahl in Form von Gängen und Lagern auf. An vielen Stellen durchschwärmen dieselben geradezu die Ablagerungen, und mehrere hundert Fuß dicke Lager haben durch Erosion zur Entstehung hoher Berge Veranlassung gegeben, indem die Diabasdecke die Unterlage schützte. Die Diabase sind sekundär oft unter Bildung von Kontaktmetamorphosen eingedrungen, auch die Lager zwischen den Schichten der Karroformation sind intrusiv. Nach *Cohen* sind die Gänge Olivindiabasporphyrite, die Lager Olivindiabas. *Schenck* hat folgende Gliederung von *Dunn* übernommen:

c) Stormbergschichten.
b) Beaufortschichten.
a) Ekkaschichten und Dwykakonglomerat.

a) Das D w y k a k o n g l o m e r a t besteht aus einer feinen graugrünlichen bis bläulichen Grundmasse, in der eckige und rundliche Blöcke von sehr verschiedener Größe regellos liegen, und zwar von Gesteinen, die in der Nähe nicht anstehen. Die Blöcke sind zum Teil geschrammt. Geschichtete Tone und Schiefer mit Pflanzenresten — vor allem Glossopteris — bilden Einlagerungen in die Konglomeratmassen. *Schenck* hält sie mit *Sutherland* und *Dunn* für glaziale Bildungen. Die am Vaal und Oranje in Westgrikwaland befindlichen sog. Vaalkonglomerate, die auf polierten und geschrammten Felsflächen liegen, hält er für Äquivalente des Dwykakonglomerats, wie auch *Dunn*.

Die E k k a s c h i c h t e n gehen durch Überhandnahme der Schiefereinlagerungen aus dem Dwykakonglomerat hervor. Auch sie enthalten Glossopterisreste, und ihnen entsprechen die kohlenreichen Kimberleyschiefer, in denen die diamanthaltigen Kimberlitschlöte stecken.

b) Die B e a u f o r t s c h i c h t e n. Auf die Ekkaschichten folgt konkordant eine sehr mächtige Gruppe von Schiefertonen, Mergelschiefern, Sandsteinen u. s. w., die den Boden des größten Teils der Karrosteppe bilden und daher von einigen Autoren Karroschichten κατ᾽ἐξοχήν genannt werden. Sie enthalten wohl noch Glossopteris, aber spärlicher als die Ekkaschichten. Dagegen sind sie die Hauptablagerung der berühmt gewordenen Reptilienfauna, die aus zahlreichen Arten, z. B. Dicynodon, Oudenodon, Ptychognathus, Cynochampsa, Lycosaurus, Tigrisuchus u. a. stammen.

c) Die S t o r m b e r g s c h i c h t e n. Die oberste Stufe der Karroformation ist durch den Gehalt an Kohlenflözen ausgezeichnet und baut sich aus verschiedenen Sandsteinmassen auf. Eine mächtige Diabasdecke schließt die ganze Formation ab. *Schenck* gliedert sie nach *Dunn* in:

δ) Vulkanische Gesteine	400	Fuß
γ) Höhlensandstein	150	„
β) Rote Schichten	600	„
α) Kohlenführende Schichten	1000	„
	2150	Fuß.

Landreptilien sind wohl noch vorhanden, aber viel spärlicher. Die Flora hat sich aber verändert, indem Glossopteris ganz fehlt, und statt dessen treten Thinnfeldia, Cyclopteris, Taeniopteris u. a. auf.

Aus der Flora und Fauna der Karroschichten hat man auf ein permotriassisches Alter geschlossen.

4) Die Kreideformation.

An der Algoabai und in Natal bis hinauf zur Delagoabai findet man Schollen von Formationen, die sich an den Festlandssockel angelagert haben, anscheinend in zwei Perioden.

a) Die Uitenhageschichten. Sande, Sandsteine, Kalke, Tone und Schiefertone, sowie Konglomerate mit Cephalopoden, Trigonien, Landpflanzen. Sie werden nach *Dunn* u. a. gegliedert in:

ε) Trigoniaschichten mit mehreren Trigoniaarten nebst Cephalopoden, z. B. Oleostephanus, Crioceras, Hamites.
δ) Wood beds mit Pflanzenresten.
γ) Salzführende Schichten.
β) Zwartkopschichten.
α) Enonkonglomerat.

Nach *Stow* sind die Salzschichten jünger als die Trigoniaschichten.

Während *Dunn* u. a. die Uitenhageschichten für jurassisch halten, hat *Neumayr* sie für Neocom erklärt.

b) Die Umtafonaschichten. Sandige Mergel, graubraune Sandsteine mit Kalkkonkretionen, die in Schollen von Natal bis Delagoabai sich in geringer Meereshöhe finden, enthalten eine Fauna, die *Gottsche* für Obere Kreide, exkl. Obersenon, hält.

Die einzelnen Zonen sind:

ε) Zone des Amonites Gardoni.
δ) Gastropodenschichten.
γ) Ammonitenschichten.
β) Trigoniaschichten.
α) Sandstein mit fossilem Holz.

5) Rezente Bildungen.

Tertiäre Ablagerungen sind bisher noch nicht nachgewiesen worden. Die rezenten Ablagerungen teilt *Schenck* ein in:

a) Eluvialbildungen, weit verbreitet.
b) Äolische Bildungen von großer Verbreitung.
c) Alluvialbildungen in zahlreichen Flüssen.
d) Paludine Bildungen, der Turfboden Transvaals, eine schwarze, humusreiche Erde in flachen Niederungen und dem Inundationsgebiet der Flüsse.
e) Lakustrine Bildungen. Ausgedehnte Ablagerungen von Kalktuff, nach *Cohen* in Landseen gebildet.
f) Rezente marine Bildungen. Hierher gehören Strandlinien mit Muschelbänken, welche sich an der Walfischbai bis Delagoabai in Meereshöhe von 30—60 Fuß finden.

An anderer Stelle schätzt *Schenck* den ehemaligen Stand des Meeresspiegels auf 200 m über dem heutigen Niveau.

So klar und einfach *Schencks* Gliederung ist, so stößt sie doch auf vielseitige Widersprüche, und heutzutage kann man wohl in Sicherheit sagen, daß sie nicht richtig ist.

Die Primärformation wird freilich kaum von irgend jemand anders aufgefaßt, als *Schenck* es tut. Zweifelhaft ist nur das Verhältnis zwischen dem Gneiß und den krystallinischen Schiefern. Letztere bestehen aus Glimmerschiefern, Phylliten, Tonschiefern, Ottrelith-, Hornblendeschiefern, nebst Einlagerungen von krystallinen Kalksteinen und Konglomeraten. Jüngere intrusive Granitstöcke — Biotitgranit — durchbrechen sicher die Schiefer, zuweilen unter Bildung von Kontaktmetamorphosen; z. B. bei Kapstadt. Sicher ist es, daß der intrusive Granit durch Schieferung in Gneiß übergehen kann. Es ist nun aber doch fraglich, ob die ausgedehnten Gneißgebiete, z. B. im Damarabergland und im Matabelehochland, ausschließlich gequetschte Granite sind, jünger als die Schiefer, oder ob es sich vorwiegend um älteren archaischen Gneiß handelt oder um am stärksten metamorphosierte Sedimentärgesteine vom Alter der Malmesbury-Swassischichten. Jedenfalls ist bis jetzt der Nachweis nicht geführt worden, daß die Gneiße älter seien als die krystallinen Schiefer.

Eine unbedeutende Rolle spielen Diabas und Quarzporphyr, die lokal in Gängen und Stöcken gefunden worden.

Bei Betrachtung der „Kapschichten" *Schencks* müssen wir eine regionale Teilung vornehmen.

I) Die Kapformation im Kapland.

II) Die Lydenburger Schichten in Transvaal.

I) Die Kapschichten im Kapland liegen, das kann man mit Bestimmtheit sagen, diskordant auf den steil aufgerichteten krystallinischen Schiefern, resp. den Graniten und Gneißen. Über ihre Gliederung haben aber lange Zeit hindurch die abweichendsten Ansichten bestanden.

Bain[2]), der erste, der die Geologie Südafrikas eingehend studiert hat, gliedert die Kapformation der westlichen Kapkolonie in:

2) Serie von Sandsteinen und Schiefer ohne Fossilien in 6 Horizonten = Ober-Silur.

1) Sandsteine und Konglomerate = Unter-Silur.

Rubidge[3]) und ihm folgend *Jones*[4]) und *Hochstetter*[5]) lassen den Tafelbergsandstein diskordant über den Schiefern folgen, und zwar werden Malmesbury-schiefer und Bokkeveldschichten identifiziert. *Cohen*[6]) schließt sich obigen Auffassungen an, betont aber den scharfen petrographischen Unterschied zwischen Malmesbury- und Bokkeveldschichten. *Suess*[7]) hat gleichfalls *Hochstetters* Darstellung angenommen. Zweifellos war es bestechend, eine transgredierende Sandsteinmasse anzunehmen, ähnlich wie in Südamerika und manchen anderen Teilen Afrikas, allein es stellte sich bald heraus, daß die Verhältnisse komplizierter sind.

Dunn[8]) gliederte zuerst die Kapschichten in drei Stufen:

3) Zuurberg-, Witteberg-, Zwartoberg-Quarzit.

2) Bokkeveldschichten.

1) Tafelbergsandstein.

Ihm folgen *Green*[9]) und *Gürich*[10]), der sehr genaue Profile vom Gydopaß und Karroopoort gibt und alle drei Glieder konkordant aufeinander folgend beobachtet hat. Die eingehenden Aufnahmen der Geological Commission[11]) haben denn auch letztere Auffassung bestätigt und derartig begründet, daß heutzutage an der Dreiteilung der Kapschichten nicht mehr gezweifelt werden kann. *Corstorphine*[12]) teilt diese Formation ein in:

3) Wittebergsandstein.

2) Bokkeveldschichten.

1) Tafelbergsandstein.

Diese Einteilung kann man für die westliche Kapkolonie als definitiv ansehen.

1) Der Tafelbergsandstein besteht aus grobkörnigen Sandsteinen und Quarziten, die in dicken Bänken gewaltige steile Bergklötze und -Ketten aufbauen. Die hauptsächlichsten Berge des westlichen Kaplandes bestehen aus dem Tafelbergsandstein, der mehrere tausend Fuß Mächtigkeit erreicht. Er ist der eigentliche „Bergsandstein“, wie *Corstorphine* meint.[13])

Im oberen Niveau des Tafelbergsandsteins finden sich auch Schieferbänder. Am Packhuispaß in den Cederbergen haben nun *Rogers* und *Schwarz*[14]) ein solches 200 Fuß mächtiges Schieferband gefunden und auf mehrere miles hin verfolgt. Sie nennen es „Conglomerate mudstone“; denn in feinem Tonschlamm stecken gekritzte Geschiebe unregelmäßig verteilt, von sehr wechselnder Größe, bis 5 Zoll im Durchmesser, aus Quarz, Schiefern, Sandstein, Granit und Felsit. Diese Ablagerung ist ganz sicher eine Einlagerung im Tafelbergsandstein und hat nichts mit dem Dwykakonglomerat zu tun, ist seinem Charakter nach aber als glaziale Ablagerung aufzufassen. Da die gekritzten Geschiebe im Süden fehlen und nach Norden hin an Zahl und Größe zunehmen, muß die etwaige Gletscherregion, wie beim Dwykakonglomerat, im Norden gelegen haben.

2) Die Bokkeveldschichten bestehen aus Schiefertonen, Sandsteinschiefern, Sandsteinen, Grauwacken und enthalten namentlich in den liegenden Schichten Fossilien in großer Zahl. Dieser Umstand ist von größter Wichtigkeit, da sich das Alter dieser Formation bestimmen läßt und wir auf diese Weise wenigstens einen Anhalt für die Stellung der Kapschichten zu andern Ablagerungen erhalten. Die Fossilien bestehen vorwiegend aus unterdevonischen Trilobiten, Brachiopoden und Crinoideen, die eine große Verwandtschaft mit Brasilianischen und Bolivianischen Vorkommen haben. Wir können also wohl die Bokkeveldschichten für devonisch halten. Ihre Mächtigkeit ist bedeutend, am Gamkafluß nach *Schwarz*, der daselbst ein sehr genaues Profil aufgenommen hat, 2468 Fuß.[15])

3) Der Wittebergsandstein folgt konkordant den Bokkeveldschichten. Er ähnelt dem Tafelbergsandstein, unterscheidet sich aber von ihm durch das reichliche Auftreten von Schiefern. Als Grenze gegen das Liegende hat *Schwarz* eine ziemlich konstante Bank gewählt, die voll „Wurmröhren“ steckt. Oberhalb derselben fehlen die schwarzen Bokkeveldschiefer. Problematische Algen — Spirophyten — in den oberen Partien der Ablagerung bilden die einzigen Andeutungen organischen Lebens.

Mit dem Wittebergsandstein schließt die Kapformation ab. Alle drei Stufen sind stets in konkordanter Lagerung übereinander gefunden werden, und man ist daher berechtigt, sie als einheitliche Formation aufzufassen. Das nun folgende Dwykakonglomerat liegt zwar in der westlichen Kapkolonie gleichsinnig auf dem Wittebergsandstein, allein nach Norden zu, in den Cederbergen, tritt doch eine deutliche Diskordanz insofern zu Tage, als sich das Konglomerat über die verschwindenden, in Prä-Dwykazeit denudierten Kapschichten hinweg auf die Malmesburyschichten, den Granit und Gneiß, überschiebt. Also auch hier ist ein scharfer Abschnitt in der geologischen Geschichte festzustellen.[16])

Gehen wir nun zu den Schichten in Transvaal über, die *Schenck* und andere den Kapschichten gleichstellen.

II) Die Lydenburger Schichten. *Dunn* nannte so eine Schichtengruppe, die durch einen Dolomithorizont charakterisiert wird. Sie treten in großem Umfang in Transvaal auf, allein die richtige Erkenntnis ihrer Gliederung stieß wegen des vollständigen Fehlens von Fossilien und der gestörten Lagerung der Schichten, sowie der lokalisierten schlechten Aufschlüsse wegen auf große Schwierigkeiten. So gehen denn auch hier die Ansichten der verschiedenen Forscher oft weit auseinander.

Schencks Beobachtungen im Lydenburger Bergland, nach denen eine Dolomitmasse — der Malmamidolomit — zwischen zwei Sandstein-Schiefertonmassen liegt, wird von andern Seiten bestätigt.

Molengraaff[17]) unterschied im Jahre 1890 unten eine Sandstein-Konglomeratablagerung und oben den Malmamidolomit. Die den Dolomit überlagernden Ghatsrandschichten fehlen häufig; wo sie vorhanden sind, nimmt der Dolomit eine Stellung zwischen beiden ein.

Mit größter Bestimmtheit tritt *Draper*[18]) für eine mittlere Lage des Dolomits zwischen zwei Sandsteinablagerungen ein. Seine „Primary Rocks" teilt er ein in:

5) Quartzite of the Ghatsrand.
4) Malmami Dolomite.
3) Bokkeveldbeds (wanting in Transvaal).
2) Table Mountain Sandstone.
1) Malmesbury Schichten.

In einer Abhandlung über den Malmamidolomit[19]) sagt er, derselbe liege zwischen den Schichten des Tafelbergsandsteins und dem Zuurbergsandstein, d. h. also, *Draper* identifiziert die in Transvaal befindlichen Ablagerungen, die den Malmamidolomit enthalten, mit den Kapschichten der Kolonie, und demnach müßten Dolomit und Bokkeveldschichten gleichaltorig, d. h. Faziesbildungen sein — im Gegensatz zu *Schencks* Ansicht.

Hatch[20]) schließlich weicht von *Schencks* Gliederung darin ab, daß er die Hospital Hill-Schichten mit den Witwatersrandschichten als untere Stufe der Kapschichten zusammenfaßt, ebenso *Wendeborn*.[21])

Molengraaffs Aufnahmen für die geologische Landesanstalt in Transvaal haben die Dreiteilung des Systems bestätigt.[22]) Er identifiziert gleichfalls die Formation dort mit der am Kap und nennt sie Kapschichten. Die drei Glieder nennt er:

3) Pretoriaschichten.
2) Malmamidolomit.
1) Blackreefschichten.

Eine ganz wesentlich neue Auffassung hat aber *Molengraaff* von den Schiefern, Sandsteinen und Konglomeraten des Witwatersrandes. Er stellt dieselben nicht, wie alle andern bisher, zur Kapformation als liegendstes Glied, sondern hält sie für älter, und identifiziert sie mit den Swasischichten. Überflüssigerweise — so darf man wohl sagen — gibt er dieser schon Swasischichten genannten Formation einen neuen Namen, nämlich Barbertonschichten. Zwischen den Witwatersrandschichten und den Blackreefschichten liegt eine gewaltige Diabasdecke, *Molengraaffs* Roches amydaloides du Witwatersrand, eine Decke, die nach Westen hin eine große Ausdehnung hat, so z. B. im Kimberleydistrikt und Westgrikwaland. Sodann schließt *Molengraaff* die Kapschichten nicht mit den Pretoriaschichten ab, sondern diesen folgt eine gewaltige Eruption roten Granits, der den größten Teil der Niederung des Buschfeldes einnimmt und von dem Waterbergsandstein überlagert wird, der die Bergklötze des Waterbergs und Palalaplateaus im nördlichen Transvaal bildet. Unbekannten Alters ist dann noch ein Mandelstein, der weite Strecken des Buschfeldes bedeckt und den roten Granit direkt überlagert.

Der rote Granit galt bisher für alt, der Waterbergsandstein aber für ein Äquivalent des Tafelbergsandsteins.

Auf diese Schichtengruppe, die über den Blackreefschichten folgt, will ich hier nicht näher eingehen, sondern erst bei Besprechung der geologischen Verhältnisse in Westgrikwaland und bei dem Abschnitt über die „Basisbreccienschichten".

Bei der Vorstellung, daß die soeben besprochene Formation ein Äquivalent der Kapschichten sei, muß man, wie gesagt, annehmen, daß Malmamidolomit und Bokkeveldschichten Faziesbildungen sind. Es liegt also nahe nach einem Übergang zwischen beiden Bildungen zu suchen.

In Natal liegt eine Sandsteinmasse, die mit dem Tafelbergsandstein

identifiziert wird, über aufgerichteten alten Schiefern und Granit. Über dem Sandstein folgt sofort die Karreformation. Dort kann man also den Übergang nicht feststellen. Dagegen schien dieses im Gebiet von Oudshorn in der Kapkolonie möglich zu sein. In dem Bericht vom Jahre 1896 über die Cangohöhle sagt nämlich *Corstorphine*[23], daß sie in bläulichem dolomitischem Kalkstein läge, der bei 800 Fuß Mächtigkeit eine Einlagerung in ein System von geschieferten Sandsteinen, Konglomeraten und Schiefertonen vorstelle. Dieser Dolomit hätte das Aussehen einer Elefantenhaut und wäre bei den Farmern als „Olifantklip" überall bekannt. Nun führt aber gerade der Malmamidolomit überall den Namen Olifantklip. Lag es also nicht nahe, den Cangodolomit mit dem Malmamidolomit zu identifizieren?

Ein solcher Versuch mußte um so berechtigter erscheinen, als nach *Penning*[24] auch im östlichen Transvaal der Dolomit unter ähnlichen Verhältnissen sich zu finden scheint. Die untersten Sandsteine und Konglomerate keilen sich nämlich dort nach Norden hin aus, und Sandsteinschiefer treten an ihre Stelle, die nun direkt auf dem Granit als Unterlage ruhen. In dem oberen Niveau der Schiefer tritt im Lydenburger Gebiet der Malmamidolomit als Einlagerung auf, am Blydefluß sogar zwei solcher Dolomithorizonte, von denen der untere 100 Fuß mächtig ist.

Auch an den von *Schenck* beschriebenen Fazieswechsel aus Sandstein in Schiefer am !Han ǂ ami-Plateau wird man erinnert.[25]

So schien sich denn im Oudshorn-Distrikt der Übergang der beiden Faziesbildungen zu vollziehen. Allein die Untersuchungen von *Rogers* und *Schwarz*[26] im Jahre 1898 führten zu durchaus anderen Resultaten.

Die Cangeschichten, wie sie hier genannt seien, nehmen ein Areal von über 70 miles Länge und 10 miles Breite südlich der Zwarteberge ein. Sie bestehen aus Schiefertonen, in denen zahlreiche sich häufig auskeilende Massen von dolomitischem Kalkstein liegen, der dem Malmamidolomit = Olifantklip ähnelt. Außerdem gehören Konglomerate zu dieser Schichtenreihe — Cangokonglomerate —, die stark gequetscht und deren Gerölle mit glimmerig-talkigen Blättern umgeben sind, die das Bindemittel ausmachen. Die Gerölle sind bis einen Fuß, meist aber nur einige Zoll groß und bestehen aus Quarzit, Schiefer, Diabas und Granit. Ein eigentümliches Gestein ist der sog. „porphyreid", anscheinend eine alte Arkose, die Einlagerungen bildet. Diabasgänge durchsetzen die Ablagerung wiederholt. In der Nähe der Cangohöhle ist ein kleiner Aufschluß eines Konglomerats zu beobachten, der zu den Cangoschichten zu gehören scheint, aber Gerölle aus Dolomit enthält, die dem Cangodolomit gleichen.

Die Cangoschichten liegen südlich der Zwarteberge scheinbar konkordant über dem Tafelbergsandstein. Es handelt sich hier aber um eine Überkippung; denn in vielen anderen Fällen ist die Diskordanz zwischen beiden Formationen deutlich beobachtet worden, und zwar mit Überlagerung des Tafelbergsandsteins über den Cangoschichten. Dagegen deutet keine Beobachtung auf einen Übergang der Cangoschichten in die Bokkeveldschichten hin, vielmehr liegen beide, durch Verwerfung getrennt, vielfach nebeneinander.

Auf Grund solcher Beobachtungen ist man gezwungen, den Gedanken aufzugeben, den Cangodolomit mit den umgebenden Schiefern für Äquivalente der Bokkeveldschichten zu halten. Man muß den Cangoschichten ein höheres Alter zuweisen, und *Corstorphine* erörtert denn auch die Frage, ob sie mit den Malmesburyschichten identisch seien. Das Verkommen eruptiven Granits, wie er die Malmesburyschichten durchbricht, als Gerölle im Cangokonglomerat, spricht für ein jüngeres Alter. Indes läßt er im Jahresbericht für 1898 diese Frage noch offen.

War der erste Hinweis auf das Vorhandensein einer neuen Formation zwischen Malmesbury- und Kapschichten mit der Erforschung des Cangogebiets gegeben, so brachte die Entdeckung der Ibikwaschichten erst recht Material für

die Beantwortung dieser wichtigen Frage, die für die Beurteilung des geologischen Aufbaues von Südafrika maßgebend ist. Im nordöstlichen Teil von Van Rhyns Dorp Division, nördlich von Clanwilliam in der westlichen Kapkolonie, fanden *Rogers* und *Schwarz*[27]) Schichten, die von dem Tafelbergsandstein diskordant überlagert werden und von den Malmesburyschichten verschieden sind. Diese Ibikwasschichten bestehen aus dunklen bläulichen und rötlichen Schiefertonen, tonigen Sandsteinen, Arkosen, dickbankigen Sandsteinen und Konglomeraten. Die Schiefer ähneln den Bokkeveldschichten, sind aber von ihnen unterschieden einmal durch das Fehlen der Versteinerungen, sodann durch die unregelmäßige Einlagerung der Sandsteine, während dieselben in den Bokkeveldschichten deutlich verfolgbare Bänder sind. Die Konglomerate aber haben eine auffallende Ähnlichkeit mit den Cangokonglomeraten. Auch landschaftlich ähnelt die Gegend der Ibikwasschichten durchaus der der Cangoschichten. Es ist also wahrscheinlich, daß beide Formationen identisch sind.

Die Rollstücke der Ibikwaskonglomerate bestehen aus Schiefer, Granit, Quarzporphyr, krystallinem Kalk und Gangquarz. Die Sandsteine sind durch diagonale Schichtung und vor allem Wurmröhren und Tierspuren ausgezeichnet. Die Spuren bestehen zum Teil aus zwei Reihen von Füßen und einer geraden Mittellinie — anscheinend der Schwanzspur.

Die Mächtigkeit der Ibikwasschichten wird — nach Schätzung — für bedeutender gehalten, als die der Bokkeveldschichten. Sie sind im Westen gegen Gesteinsmassen der Primärformation stark gefaltet, aber nie in so gestörter Lagerung, wie die Malmesburyschichten. Nach Osten hin verlieren sich die Falten, und im Distrikt Calvinia liegen die Schichten ganz flach.

Diskordant liegt über den Ibikwasschichten der Tafelbergsandstein, der sich nach Norden hin auskeilt. Dwykakonglomerat tritt weiter nordwärts an seine Stelle.

Die Aufnahmen von *Rogers* und *Schwarz* lassen wohl kaum einen Zweifel darüber bestehen, daß zwischen den Malmesbury- und Kapschichten eine Formation liegt, die bisher nicht bekannt war. Man wird naturgemäß die Frage aufwerfen, ob sich anderswo Äquivalente der Cango- und Ibikwasschichten gefunden haben. Da muß man folgendes feststellen.

Gibson[28]) hat die krystallinen Schiefer des Witwatersrandes, die sonst allgemein mit den Swasischichten identifiziert werden, als „Lower Quartzite and Shale Group" zwischen diese und die Kapschichten gestellt. *Molengraaff*[29]) ferner hat 1890 die Schiefer der Magaliesberge als Pretoriaschichten von der „Kapformation" abgesondert und ihnen die gleiche Mittelstellung eingeräumt, wie *Gibson* seiner Lower Quartzite and Shale Group.

So hat denn wohl die Tendenz bereits bestanden, in Transvaal eine Formation zwischen Swasischichten und „Kapschichten" einzuschieben.

Nun hat freilich *Molengraaff* später seine Pretoriaschichten den oberen „Kapschichten" gleichgestellt, dafür aber die Witwatersrandschichten von diesen losgelöst und den Swasischichten — seinen Barbertonschichten — angegliedert, die auch das Plateau bei Johannisburg zusammensetzen sollten. Man könnte also daran denken, die „Lower Quartzite and Shale Group" und die Witwatersrandschichten als Mittelglied zu betrachten und mit den Cango- und Ibikwasschichten zu vergleichen. Ich möchte aber glauben, daß nichts für solche Gleichstellung spricht, daß die Cango- und Ibikwasschichten vielmehr den Lydenburger entsprechen. Wir wollen zunächst untersuchen, mit welchem Recht denn eigentlich letztere mit den Kapschichten identifiziert worden sind.

Nach *Schenck* u. a. sollen die Kapschichten im Kapland den Lydenburger Schichten in Transvaal entsprechen, und zwar

3) Witteborgsandstein = Pretoriaschichten
2) Bokkeveldsandstein = Malmamidolomit
1) Tafelbergsandstein = Blackreefschichten.

Dafür spricht einzig und allein die Dreiteilung beider Formationen, die ja auch tatsächlich der Hauptgrund für die Gleichstellung beider gewesen ist — abgesehen von ihrer Lage zwischen Primär- und Karroformation.

Dagegen sprechen mehrere schwerwiegende Gründe:

1) Noch niemals ist auch nur eine Andeutung von einem devonischen Fossil in den Lydenburger Schichten gefunden worden, auch nicht in der Schieferfazies, die im Lydenburger Distrikt genauer untersucht worden sind, während solche in den Bokkeveldschichten nicht nur lokal sehr zahlreich, sondern auch weithin verbreitet sind.

2) Ferner spricht bisher der Umstand dagegen, daß in den Bokkeveldschichten niemals Dolomite und dolomitische Kalksteine gefunden worden sind.

3) Sodann spricht gegen eine Gleichstellung der Umstand, den ich jetzt schon hervorheben will, daß nämlich in Transvaal die Lydenburger Schichten bereits stark abgetragene Gebirge bildeten, als die Faltung der Kapschichten während der Karroformation begann. Man müßte also annehmen, daß die beiden Formationen zwar Faziesbildungen sind, aber zu verschiedenen Zeiten eine Periode der Gebirgsbildung durchgemacht hätten.

4) Da das Dwykakonglomerat, wie wir sehen werden, am Vaal und Oranjefluß auf stark erodiertem Gebirge auflagert, während der Süden (Kapkolonie) damals mit Wasser bedeckt war, in dem sich auf der glatten, ungestörten Oberfläche der Kapschichten die glazialen Driftmassen ablagerten, so fehlt durchaus eine Schichtengruppe, die aus den in den nördlichen Gebirgen abgetragenen Massen aufgebaut worden sein muß. Sind also die Kapschichten und die Lydenburger Schichten gleichalterig, warum hat sich nicht auf der ungestörten Oberfläche des Wittebergsandsteins eine neue Formation abgelagert, resp. wenn dieser Sandstein nicht von Wasser bedeckt war, warum wurde seine Oberfläche nicht erodiert?

Der Leser wird vielleicht erst im weiteren Verlauf der geologischen Darstellung diesen Punkt richtig würdigen können, mir scheint er ein sehr bedeutender Grund zu sein, die Gleichstellung der beiden Formationen zu verneinen.

Ist es also jedenfalls zweifelhaft, ob beide Formationen gleichalterig sind, so spricht vieles für eine Gleichstellung der Lydenburger Schichten in Transvaal mit den Cango- und Ibikwasschichten. Man kann sagen, daß diese gerade in allen den Punkten den Anforderungen genügen, in denen die Kapschichten bei dem Vergleich mit den Lydenburger Schichten versagen und umgekehrt.

Dementsprechend fehlt den Cango-Ibikwasschichten gerade die Dreiteilung, die wesentlich zu der Identifizierung der beiden Schichtengruppen Veranlassung gegeben hat. Indes kennt man den Aufbau jener Schichten vorläufig so wenig, daß man solches Fehlen nicht mit Sicherheit behaupten kann. Aber selbst wenn die Dreiteilung fehlen sollte, so wäre dieser Mangel nicht so arg, da ja auch im Lydenburger Gebiet im Bereich der Schieferfazies die Dreiteilung der Lydenburger Schichten anscheinend verschwindet, und auch nicht selten, z. B. am Campbells Rand und am Oranje bei Stolzenburg, der Dolomit direkt transgredierend auf Gesteinen der Primärformation ruht.

Für eine Gleichstellung sprechen dagegen viele Punkte:

1) Der Fossilienmangel in beiden Formationen — ein schwacher Grund zur Gleichstellung freilich.

2) Die Darstellung der Cangoschichten bezüglich der Schiefer- und Dolomit-Einlagerungen gleicht auffallend der Schilderung *Pennings* von der Schieferfazies im Lydenburger Gebiet. Sehr bemerkenswert ist doch auch die petrographische und physiognomische Ähnlichkeit der Dolomite, resp. dolomitischen Kalksteine beider Gegenden, die in der Bezeichnung Olifantklip zum Ausdruck kommt.

3) Ferner spricht für die Gleichstellung der Umstand, daß beide Forma-

tionen eine Periode starker Gebirgsbildung durchgemacht haben, die zwischen der Aufrichtung der Primärformation und der der Kapschichten im Kapland liegt. Beide Störungen könnten also recht wohl einer einzigen Periode angehören.

4) Im Falle der Gleichstellung werden die Kapschichten der Kolonie leicht erklärt. Sie sind dann nämlich die oben vermißten Ablagerungen, die den aus Malmesbury-, Cango- und Ibikwasschichten bestehenden Kontinent in seinen Randpartien transgredierend überlagerten und dabei aus den Gebirgen des im Norden aufragenden Kontinents (Primär- und Lydenburger Formation) das Material zu ihrem Aufbau bezogen. Als dann die Gletscher mit dem Glazialkonglomerate, d. h. Grundmoräne, im Norden die erodierten Gebirgslandschaften bedeckten (Vaal-Oranje-Gebiet, cfr. S. 51), konnte sich das Dwykakonglomerat — eine Driftablagerung im Wasser, wie wir sehen werden — auf dem bisherigen Meeresboden — d. h. der Oberfläche des Wittebergsandsteins — gleichsinnig auflagern. Denn der Übergang zwischen beiden ist nach *Corstorphine* ein ganz allmählicher.

So würde das Verhältnis zwischen Wittebergsandstein und Dwykakonglomerat ohne Schwierigkeit erklärt sein, während im anderen Fall das Fehlen einer Ablagerung zwischen dem Dwykakonglomerat und dem Wittebergsandstein, resp. das Fehlen einer unregelmäßig erodierten Oberfläche des letzteren ein Rätsel ist.

Sicherlich genügen unsere Kenntnisse nicht, um mit Bestimmtheit behaupten zu können, die eine oder andere Gleichstellung der Schichten sei richtig, aber doch glaube ich, daß man bei dem vorliegenden Stand unserer Kenntnisse berechtigt, ja gezwungen ist, die bisherigen Kapschichten in Transvaal vorläufig als selbständiges Glied loszulösen und den Kapschichten der Kolonie gegenüberzustellen, und zwar unter dem alten Namen *Dunns:* Lydenburger Schichten.

Demnach kann man sagen, daß die Lydenburger Schichten

a) entweder den Kapschichten entsprechen — dann stehen die Cango-Ibikwasschichten als älteres Glied beiden gegenüber, oder

b) mit den Cango-Ibikwasschichten gleichalterig sind. — Dann sind die Kapschichten ein jüngeres Glied, das sich zwischen jene ältere Formation und die Karroformation einschiebt. Ich persönlich bin geneigt, das letztere für das wahrscheinlichste zu halten, indes werden erst spätere Forschungen Klarheit bringen können. Momentan ist gerade die Zeit vor der Ablagerung der Karroformation mehr denn je in Dunkel gehüllt.

Mehr Klarheit als Verdunkelung hat die neuere Forschung für unsere Kenntnis der Karroformation gebracht. Schon in der Gliederung derselben haben nie solche Meinungsverschiedenheiten geherrscht, wie bei den Kapschichten. Eine wesentlich andere Auffassung als *Dunn* und nach ihm *Schenck* u. a. hat nur Professor *Green*[30]). Er trennt die schwarzen kohlenreichen Kimberleyschiefer von den Ekkaschichten. Letztere bestehen nach ihm aus ungeschichteten harten Tonen — mudstones — und Sandsteinen, die allmählich aus dem Dwykakonglomerat hervorgehen, wie er an den südlichen Vorkommen am Ekkapaß beobachtete. Die Formation ist dort 4000 Fuß mächtig. Dagegen sollen die Kimberleyschiefer durch das vollständige Fehlen von Sandsteinen ausgezeichnet sein. Sie seien es, die die weiten Ebenen bei Kimberley bedingen und nach Süden hin von den „Karroo-beds“ = Beaufortschichten überlagert werden. Alle anderen Autoren identifizieren dagegen Ekka- und Kimberleyschichten. Auch bezüglich der Tektonik kam *Green* zu abweichender Auffassung. Während gewöhnlich das Dwykakonglomerat konkordant auf den Kapschichten liegen soll und beide zusammen gefaltet sind, glaubt er doch einmal eine Diskordanz beobachtet zu haben. Am merkwürdigsten ist aber jedenfalls der Umstand, daß dieser Autor auch zwischen den Kimberleyschiefern und Ekkaschichten, die doch gerade von allen anderen für eine Ablagerung gehalten werden, eine

Diskordanz, und zwar eine **sehr starke** Diskordanz festgestellt haben will. Man sieht, wie schwierig die Verhältnisse sein müssen, wenn solche Meinungsverschiedenheiten unter tüchtigen Beobachtern möglich sind.

Da *Green* keine eingehenden systematischen Aufnahmen gemacht, sondern nur auf der Durchreise nach Kimberley Beobachtungen angestellt hat, so dürften doch wohl in Zukunft seine Beobachtungen eine andere Erklärung finden, die mit den Ergebnissen der anderen eingehenderen Untersuchungen übereinstimmen.

Wir wollen auf die Beschreibung der verschiedenen Glieder der Karroschichten hier nicht näher eingehen, sondern nur den Resultaten der neueren Forschung über das Dwykakonglomerat Aufmersamkeit schenken.

Bekanntlich hat keine Ablagerung in so hohem Grade das weiteste Interesse erregt, wie das Dwykakonglomerat. *Bain* nannte es Claystone-porphyry, *Wyley*[31]) Trap Conglomerate, und man hielt es für vulkanischen Ursprungs. Dr. *Sutherland*[32]) war der erste, der ihm eine glaziale Entstehungsweise zuschrieb und einen permischen Boulder Clay, d. h. also Grundmoräne, nannte.

Stow[33]) fand im Griqualand West unter ähnlichen Konglomeraten Rundhöcker und hielt dieselben anscheinend für diluvial, wegen der auffallenden Frische des Aussehens, wie *Corstorphine*[34]) meint. Diese Meinung dürfte indes irrig sein. *Stow* sah sich vielmehr zu der Annahme einer jungen Eiszeit veranlaßt, weil er auch die Oberflächenverhältnisse im Gebiet der Karroschichten durch Gletscherwirkung erklären wollte.

Dunn[35]) hat Konglomerate in Westgrikwaland „Glacial Conglomerate" genannt, die Vorkommen der Kapkolonie aber anfangs (1872) „Trap Conglomerate", später (1875) „Dwyka Conglomerate"[36]); aber noch hielt er dasselbe für vulkanischen Ursprungs. Erst später[37]) änderte er seine Ansicht zugunsten des glazialen Ursprungs auch letzterer Ablagerung.

Ich will nicht weiter auf die verschiedenen Ansichten anderer Autoren eingehen, die die Ablagerung bald für eine glaziale, bald für eine vulkanische, bald ganz allgemein für eine „sedimentäre" Bildung erklärten. Nur auf die Diskussion auf dem VIII. Geographentag[38]) möchte ich hinweisen, die die „Vaalkonglomerate", d. h. die Glacial Conglomerates von *Dunn* im Westgrikwaland betraf. *Stapff*[39]), der sie nie gesehen, hielt sie, der Ansicht *Stows* folgend, für diluvial-glaziale Bildungen, *Schenck* für Äquivalente der alten Dwykaschichten, während ein anderer deutscher Geologe, Professor *Cohen*[40]), sie schon früher für junge Süßwasserablagerungen erklärt hat. Wahrscheinlich hat *Cohen* wirklich junge Bildungen gesehen, die aber mit den alten Konglomeraten nichts zu tun haben, obwohl *Stow* sie auch für alt hielt. Die Resultate der neueren Forschung haben jedenfalls denen Recht gegeben, die für einen glazialen Ursprung des Dwykakonglomerats eintraten, und *Schenck* hat mit seiner Ansicht über die Vaalkonglomerate Recht behalten.

Corstorphine[41]) ist auf Grund der bisherigen veröffentlichten Untersuchungen und der Aufnahmen der Geological Commission zu der Ansicht gelangt, daß das Dwykakonglomerat und das „Glacial Conglomerate" von *Dunn* (=Vaalkonglomerate *Schencks*) glazialen Ursprungs sind. Beweis hierfür sind die gekritzten, eckigen, aus großer Ferne stammenden Geschiebe, die regellos in einer feinen tonigen Grundmasse liegen. Diese glazialen Ablagerungen weisen aber zwei Faziesbildungen auf, eine nördliche = Glacial Conglomerate, und eine südliche = Dwyka Conglomerate.

Er kennzeichnet beide durch folgende Merkmale:

Südliches Dwykakonglomerat.	Nördliches Glazialkonglomerat.
Das Dwykakonglomerat ist von den Wittebergschichten durch pflanzenführende Schiefer getrennt; genau dieselben liegen in und über den Konglomeraten.	Im Gebiet von Prieska, Kimberley, Vereenigung und Vryheid liegen die Konglomerate direkt auf Gestein, das älter als der Witteborgsandstein ist.

Konkordante Lagerung der Schichten unter und über dem Dwykakonglomerat.	Scharfe Diskordanz unter dem nördlichen Konglomerat und an manchen Stellen wohl auch über demselben.
Das Dwykakonglomerat ist deutlich geschichtet. Bei starker Faltung und Quetschung ist die Schichtung lokal verdeckt, z. B. an den Zwartebergen.	Schichtung selten, meist ganz fehlend.
Die Blöcke stammen alle aus großer Entfernung, von manchen ist die Heimat noch nicht bekannt.	Die Blöcke sind gewöhnlich lokaler Herkunft.
Gleichförmiger petrographischer Charakter von Matjesfontein bis Grahamstown.	Lokal verschiedene petrographische Beschaffenheit, aber alle sind bestimmt vom Dwykakonglomerat verschieden.

Das nördliche Konglomerat speziell steht ferner in folgender Beziehung zum Untergrund:

1) Die älteren Gesteine bilden einen unregelmäßig gestalteten Boden unter dem Konglomerat. Ihre Oberfläche war in Hügel und Täler vor der Ablagerung desselben gegliedert.

2) Gerundete, polierte und geschrammte Rundhöcker — roches moutonnées — älteren Gesteins liegen unter dem Konglomerat.

3) Die Schrammen laufen in bestimmten Richtungen.

4) Die Schrammen und die Glättung der Oberfläche sind um so deutlicher und besser erhalten, je kürzere Zeit sie von der Konglomeratdecke entblößt sind.

Aus allen diesen Beobachtungen folgert *Corstorphine*, daß das nördliche Konglomerat eine richtige Grundmoräne von Gletschern, das südliche dagegen durch Drift unter Wasser abgelagert worden sei. Er vergleicht die damaligen Verhältnisse mit denen des heutigen Grönlands — Inlandeis und Eisberge. Demnach lag das vergletscherte Land im Norden, während im Süden ein See, resp. das Meer, das vereiste Land bespülte. Die Ekkaschichten sind die schlammreichen Sedimente, die im Wasser zur Ablagerung gelangten und wohl ursprünglich von Gletschern geliefertes, d. h. zerriebenes Moränenmaterial vorstellen.

Das Wasser — Süß- oder Meerwasser — drang am Ende der Eiszeit vor und überschwemmte die alten Grundmoränen — Ekkaschichten bei Kimberley, Bocksburg, Vryheid und Vereenigung.

Indes ist die Bildung glazialer Moränen, resp. Driftkonglomerate mit dem Einsetzen der Ekkaschichten nicht abgeschlossen gewesen. Wie *Stow*[12]) beschreibt und abbildet, liegen am Fuß des Campbellrandes nahe dem Oranje in den Ekkaschichten zwei Blocklager. Eines derselben ist 70—80 Fuß mächtig und befindet sich in den liegendsten Schichten, aber doch nicht direkt auf dem älteren Grundgestein, denn unter ihm liegen konkordant 5—6 Fuß mächtige Sandsteine mit Schiefern.

Das andere Konglomerat ist das Backhouse Conglomerat, eine 50—60 Fuß mächtige Ablagerung, die sowohl unten aus Schiefertonen hervorgeht, als auch nach oben in solche übergeht.

Beide Konglomerate sind der Beschreibung nach typische glaziale Ablagerungen. Das Backhousekonglomerat ist sicher jünger, als das untere Glazialkonglomerat, da es Blöcke von erhärtetem unterem Konglomerat enthält. Daraus geht wohl mit Sicherheit hervor, daß die permische Eiszeit unter ähnlichen Schwankungen verlaufen ist, wie die diluviale.

Das Backhousekonglomerat scheint keine Grundmoräne, sondern Driftbildung

zu sein. Dagegen dürfte das liegende Konglomerat eine Grundmoräne vorstellen. Dafür spricht die Beobachtung *Stows*, daß während der Ablagerung der Grundmoräne die Oberfläche derselben wiederholt in Form unregelmäßiger beckenförmiger Vertiefungen durchfurcht und von neuem mit Moränenmaterial bedeckt wurde. Derartige Erosionen können recht wohl durch Gletscherschübe und Schmelzwässer verursacht worden sein bei Schwankungen in der Länge der Gletscher.

Daß während der permischen Eiszeit Schwankungen der Gletscher vorgekommen sind, beweisen auch die Einlagerungen von Kohlenschichten in Moränen, die *Dunn* z. B. in der Kohlenmine von Viljoens Drift beobachtet hat.[44])

Die Kohlen liegen hier, wie sonst im südlichen Transvaal, direkt auf der Grundmoräne und sind vom Alter der Ekkaschichten.[41]) Sollten sie nicht Tortlagern ihre Entstehung verdanken, und vielleicht in permischen Tundren oder Moossteppen die Anhäufung der organischen Substanzen stattgefunden haben? Nach *Dunns* Beobachtungen gehen freilich verkohlte Wurzeln in die unterliegenden Glazialschichten hinein, es waren demnach in situ wachsende Bäume vorhanden. Allein Bäume fehlen ja den heutigen Tundren keineswegs.

Die Beaufortschichten mit Glossopteris, Sphenopteris etc. — *Molengraaffs* untere Stufe der oberen Karroschichten — nehmen in Transvaal an der Transgression teil, während die Stormbergschichten mit Thinnfeldia, Sphenopteris, Podozamites u. a., dagegen ohne Glossopteris daselbst nicht beobachtet worden sind.

Die gesamten Mittleren Karroschichten in Transvaal nennt *Molengraaff* übrigens „Hoogeveldschichten“, und zwar sind sie nach ihm fluviatilen und lakustrinen Ursprungs.[43])

In der Kapkolonie werden die Unteren und Mittleren Karroschichten in ganz gewaltiger Weise von Diabasgängen durchschwärmt und sind solche auch in Menge zwischen die Schichten unter Bildung von Kontaktmetamorphosen eingedrungen. Dagegen fehlen diese Diabaslager und -gänge den Stormbergschichten nach *Schwarz*[11]) völlig, und schließt er daraus wohl mit Recht, daß letztere jünger sind als die Ausbrüche der Diabase. Mit dieser Auffassung stimmen die Ansichten der Phytopaläontologen, besonders von *Zeiler*, *Feistmantel* und *Potonié*,[88]) gut überein, die den Beaufortschichten ein triassisches Alter zuweisen, die Stormbergschichten dagegen für Ablagerungen des Lias oder höchstens Rhät halten. Zwischen der Ablagerung beider Formationen kann also sehr wohl ein längerer Zeitraum liegen.

Mit der Karroformation enden die Ablagerungen, die für den Aufbau des Festlandsockels von Bedeutung sind. Später lagerten sich die Schichten, die *Schenck* als Kreideformation anführt, nur an den Sockel an.

Im Jahre 1900 wurden diese zweifellos mesozoischen Schichten von der Geological Commission[16]) näher untersucht und zwar hauptsächlich im Gebiet von Uitenhage bei Port Elisabeth. *Rogers* und *Schwarz* gliedern diese Formation in drei Abschnitte:

Sunday River marine Beds.
Wood Beds
Enon Beds.

Die Enonschichten bestehen aus Konglomeratmassen nebst Sandsteinen, roten, violetten und blauen Tonen mit eingeschalteten bunten Mergeln („Variegated Marls“). Estheriaschalen und Lignitschmitzen sind häufig, auch ein Käferflügel wurde gefunden.

Die Wood Beds bestehen aus gelblichen Sanden und Schiefertonen mit Kalklagen. Sie enthalten viel silifiziertes Holz, Reptilienknochen, sowie Ostrea und Psammobia; in schwarzblauen Schiefertonen auch Turbo, Pecten, Psammobia, Ostrea und in Lignit eine Bohrmuschel, Gastrochaena dominicalis.

Die Sunday River Marine Beds sind graue Schiefertone mit zahl-

reichen Kalklagen und zahlreichen marinen Fossilien: Olcostephanus Atherstonei, von Zweischalern vor allem Trigonia ventricosa und andere Arten, Astarte, Pinna, Perna, Grevillia, Gryphaea imbricata. Auch ein dem Plesiosaurus ähnliches Meeresreptil wurde gefunden. Die kapländischen Geologen neigen der Ansicht zu, daß diese drei Schichtengruppen teilweise Faziesbildungen sind. Die marinen Schichten liegen im Osten bei Uitenhage. Nach Westen hin folgt das Enonkonglomerat, in das an der Plettenbergbai Bänke mit Trigonia conocardiformis und Gryphaea imbricata eingeschaltet sind. In der westlichen Kolonie fehlen solche Einlagerungen. Das Konglomerat scheint dort eine Ablagerung in einem Süßwasser-Ästuarium zu sein, während es an der Plettenbergbai eine Strandbildung ist und die Wood Beds eine Küstenablagerung mit fluviatiler Beeinflussung sind. Den Zwartkopsandstein stellen *Rogers* und *Schwarz* zu den Enonschichten, wenigstens sind an der Knysna jenem ähnliche Sandsteine mit diesen aufs engste verknüpft.[47])

Auf eine Beobachtung von *Schwarz* sei noch aufmerksam gemacht, nämlich die lokale Silifizierung des Enonkonglomerats.[48]) Westlich von Seal Point Gap liegen 30—50 Fuß dicke Bänke, in denen die Gerölle derartig durch Kieselsäure verkittet sind, daß sie beim Zerschlagen quer durchspringen. Auch im Olifants Reviertal, bei Mosselbay u. a. O. treten solche lokale Verkieselungen auf, nicht bloß in Konglomeraten, sondern auch in Sandsteinen. Diese harten Kieselschichten stören oft sehr empfindlich den Abbau in den Steinbrüchen, weil sie ganz plötzlich und unregelmäßig auftreten. *Schwarz*[49]) hält diese Bildungen für sekundäre Verkieselung ursprünglich loser Sande. Wir werden ähnliche Verkieselungen in der Kalahari in großem Umfange kennen lernen.

Die Altersbestimmung der Enonschichten ist bisher noch nicht mit Sicherheit gelungen. Ein Teil der Geologen, *Harvey*, *Sharpe* und *Tate*, halten die Schichten für jurassisch, *Hausmann*, *Krauß*, *Lycett* und *Neumayr* für cretaceisch. Letzterer Autor stellt sie zum Neocom, bemerkt aber, daß die indischen Geologen Schichten mit Zweischalern, die denen der Sunday River Beds entsprechen, — namentlich mit Trigonia ventricosa — für jurassisch halten.

Tate stellte fest, daß die Flora der Radjmahalschichten, die sicher jurassisch sei, der Flora von Uitenhage ähnlich, wenn nicht gleich sei. Deshalb sind *Rogers* und *Schwarz* geneigt, die Formation des Enonkonglomerats etc. für oberjurassisch zu halten.[50])

Die Umtafonaschichten im Sululand, die *Gottsche* für Obere Kreide hält, sind anscheinend die letzten erhaltenen älteren Ablagerungen, die sich dem Festlandssockel anlagerten. Tertiär wurde bisher wenigstens nicht gefunden, erst in Benguella tritt es in dem Küstenvorland auf. Dagegen finden sich im Süden, wie ja auch *Schenck* hervorhebt, junge Küstenbildungen mit rezenten Meerestieren, die nach *Rogers* und *Schwarz* auf dem Plateau, das die Uitenhageschichten am Zwartkopfluß bilden, 200—400 Fuß über der See liegen. Sie bestehen aus Geröllagern und Sanden mit rezenten Meerestieren. Interessanterweise enthalten dieselben z. T. doch Muscheln, die gegenwärtig an der Küste nicht mehr vorkommen,[50a]) z. B. einen großen Pectunculus.

Auch an der Delagoabai finden sich ja rezente Meeresablagerungen mit subfossilen Tierresten.

Auf die oberflächlichen jungen Ablagerungen der Hochflächen sei hier nicht weiter eingegangen; sie sollen zum Vergleich mit denen der Kalahari später betrachtet werden.

B. Die Verbreitung der geologischen Formationen.

Hiermit haben wir die verschiedenen Formationen kennen gelernt, die den Festlandssockel im südlichsten Teil Südafrikas aufbauen, und sind damit in stand gesetzt, die Zusammensetzung des ganzen südafrikanischen Sockels zu beurteilen,

da sich die meisten der vorhandenen Ablagerungen direkt mit den uns bekannten Schichtengliedern mehr oder weniger sicher identifizieren lassen.

1) Die Westküste.

Wie wir sahen, zerfällt das westliche Küstengebiet in zwei verschiedene Regionen, die Terrasse der Namib und das Gebirgsland.

Der Namibboden besteht im Gebiet von Angra Pequena aus Gneißen, also Primärformation, und stellt anscheinend eine Abrasions- oder Denudationsfläche vor, die bis 1400 m langsam aufsteigt und aus der im Osten Gneißhügel aufragen. Im Küstengebiet ist alles mit Sand bedeckt. Den gleichen Bau scheint der ganze Küstenstrich Südwestafrikas zu haben. Sand verhüllt freilich zumeist das Gestein. In Benguella lagern auf dem Vorland tertiäre Sandsteine und muschelreiche Kalksteine, die an der Küste mit 150 Fuß hohem Steilrand abbrechen.[31]) Diese jungen Ablagerungen reichen bis Pedra Mayor, dann beginnt in der Ebene Granit, mit sandigem Boden oder auch losem Granitschutt und isolierten Granitbergen, die bis 150 m rel. Höhe erreichen. Dieses Granitland hält bis zu der 1200 m hohen steilen Wand des Schellagebirges bei Biballa an.[32])

Auf die Küstenterrasse folgt nach Osten hin das Gebirgsland, d. h. der Abfall des südafrikanischen Hochplateaus. Wir wollen die Darstellung desselben im Damarahochland beginnen, hauptsächlich *Gürichs*[33]) Angaben folgend, der dasselbe geologisch am besten durchforscht hat.

Das Damarahochland ist ein Klotz alter krystalliner Gesteine, der nach dem Meere zu steil abfällt und dessen Böschung durch Erosion in Ebenen, Täler und Berge reich gegliedert ist. Von Nigub am Kuiseb geht nach *Gürich* anscheinend eine wichtige Grenzlinie nach Nordost ab. Nordwestlich derselben herrschen grobflaserige Gneiße vor, durchsetzt von Pegmatitgängen und mit Einlagerungen von Amphiboliten und krystallinem Kalk, im Südosten aber dünnflaserige Gneiße mit oft überwiegenden Eindagerungen von Glimmer-, Chlorit-, Grünschiefern, Phylliten- und Tonschiefern. Dieses Schiefergebiet reicht bis Rhehoboth.

Watermeyer[34]) hat wohl die gleiche Grenzlinie im Auge, wenn er angibt, daß der Glimmerschiefer des Windhuk-Okahandya-Gebiets bis Otjiseva reicht, weiter westlich aber Granit auftrete. Bei Otjiseva, also nahe dem Granit, erwähnt er Staurolithschiefer, also wohl kontaktmetamorphe Gesteine in der Nähe des Granits. Auffallend ist seine Notiz, daß bei Otjimbingwe die Berge eine K a l k s t e i n k a p p e hätten. Sollte das junger Kalktuff sein oder alte transgredierend lagernde Kalksteine vom Alter der Lydenburger Schichten?

Der Glimmerschiefer geht östlich von Windhuk nach *Watermeyer* bis jenseits des ca. 1680 m hohen Passes. Aber 24 km östlich Windhuk beginnt Sandstein; fraglich, ob Sandsteine der Lydenburger Schichten oder junge horizontale Bildungen — Botletleschichten. Steiniger Boden hält bis in die Nähe des weißen † Nossob an. Dann beginnt die Sanddecke der Kalahari.

In den alten metamorphen Gesteinen des mittleren Damaralandes liegen Erzlagerstätten mit Gold, Kupfer, Wismuth, die *Gürich* und *Stapff* beschrieben haben. Wichtiger sind für den Aufbau des Landes gewaltige Granitmassive, die die Gneiße und Schiefer durchbrechen und heutzutage als Bergstöcke mit rundlichen Formen aufragen. Sie bilden die höchsten Berge des Landes, wie z. B. den Erongo, Omatako, Okonyajá, Dunsia, Oyokoamá u. a.

Die krystallinen Gesteine, die man der Primärformation zuzählen muß, gehen im Küstengebirge weit nach Norden und Süden. *Gürich* hat sie bis Franzfontein und Otjitambi verfolgt. Hier im Norden gerade fand er sehr viel krystallinen Kalk, der die von ihm beschriebenen „Archäocyathinen“ aufweist und den er für kambrisch zu halten geneigt ist.[35]) Es geht aus seiner Abhandlung nicht hervor, ob er diesen Kalk zur Primärformation oder zu dem demnächst

zu besprechenden Otavikalkstein stellt. Das letztere scheint der Fall zu sein.[56]) Das krystalline Gestein bildet die Grundlage des Kaokofeldes. Ob es den Kunene erreicht und auch oberflächlich mit dem Schellagebirge Benguellas zusammenhängt, ist nicht bekannt.

Hartmann[57]) fand es anscheinend überall auf seiner ersten Reise, und zwar: „granitische Gesteine". Nach ihm findet es sich auf einer Zone, die von Franzfontein nach Norden zu streichen scheint. Westlich derselben überlagern Sandsteine die Primärformation, im Osten bilden Kalksteine die Oberfläche des Landes. Es handelt sich um eine jüngere sedimentäre Formation, die folgende Beschaffenheit zu haben scheint.

Auf die Küstenterrasse der Namib folgt ein stark erodiertes Plateau aus rötlichen Sandsteinen, die geschlossene Tafeln und isolierte Tafelberge bilden.[58]) Sie lagern der Primärformation auf und sind mehrere hundert Meter mächtig. Östlich von Otjitambi, also da wo *Gürich* seine kambrischen (?) Kalksteine fand, beginnt das Kalksteinplateau von Otavi, nach *Hartmann*[59]) ein Karstgebiet, das durch Erosion in zahlreiche Hügel und Ketten aufgelöst worden ist.

Hartmann meint, daß das Sandsteinplateau im Westen und das Kalksteinland im Osten einst ein Plateau gebildet hätten, und zwar daß der Kalkstein über dem Sandstein läge. Man gewinnt indes kein klares Bild aus seiner Darstellung.

Nach *Andersson*[60]) lagert wiederum über dem Kalkstein im Gebiet des Omambondé, d. h. am Waterbergplateau, eine Sandsteinmasse, die also noch jünger wäre als der Kalkstein von Otavi und der Sandstein im Westen.

Nach *Hahn* ruht aber der Sandstein auf Granit, der am Südrande des Waterbergs in der Ebene auftrete.[61])

In einem anonymen Aufsatz[62]) in Petermanns Mitteilungen gibt aber der sehr unterrichtete Verfasser an, Kalkstein bilde die Basis. Der Bau des Waterbergplateaus ist also nicht klar. Der Güte Herrn Dr. *Hartmanns* verdanke ich ein Handstück von Waterbergsandstein. Es ist ein roter mittelkörniger Quarzsandstein, ohne Schichtung. Er könnte recht wohl den Lydenburger Schichten angehören, gestattet aber keine weiteren Schlüsse.

Gürich[63]) nun fand am Brandberg in geschützten Winkeln an den Granit angelagert harte, feste, überaus dichte Tonsteine von meist dunkler, zuweilen auch bunt geflammter Färbung. Im Westen und Nordwesten des Brandberges sah er zahlreiche Tafelberge, von denen *v. Steinäcker* Melaphyrmandelstein mit Zeolithen mitbrachte. *Gürich* hält nun diese Tafelberge zusammen mit dem Mandelstein für Karroschichten und stellt zu ihnen auch Tafeln aus rotem Porphyr von Rehoboth, dem Kansberg und einem Konglomerat am Bockberg. Er nennt sie Kaokoformation.

Auch *Hartmann* hat in seiner Sammlung Mandelstein mitgebracht, der auffallend dem Loalemandelstein des Kalahariplateaus gleicht. Er bildet anscheinend eine gewaltige Platte, die in Tafelberge aufgelöst ist.

Möglicherweise setzen die von *Hartmann* beschriebenen Sandsteine und Kalksteine gemeinsam mit dem Waterbergsandstein *Anderssons* eine Formation zusammen, die ich Otavischichten nennen möchte, nämlich eine Kalksteinablagerung zwischen zwei Sandsteinmassen. Der Otavikalkstein, ein graublauer dolomitischer (?) Kalkstein, gleicht, nach Handstücken zu urteilen, ganz auffallend den alten Kalksteinen im Namaland in *Schencks* Sammlung, die ich persönlich gesehen habe, dem der Kalahari und von Transvaal (Malmanidolomit). Wir sind daher durchaus berechtigt, vorläufig die Otavischichten mit den Lydenburger Schichten zu identifizieren.

Welche Stellung die Kaokoschichten *Gürichs* zu den Otavischichten einnehmen, ist vorläufig unsicher. Man wird gut tun, zunächst beide Formationen auseinanderzuhalten.

Gürich hält nun auch ferner zahlreiche Diabase und Diorite, wie *Stapff* sie genannt hat, für Basalt und zwar von tertiärem Alter. Im Damaraland fänden sie sich in schmalen Gängen, in Benguella aber auch als Decken. Auch *Wulf*[63a], der die Sammlung *Pechuel-Lösches* bearbeitet hat, beschreibt Feldspatbasalt, der in 2 m mächtigen Gängen alten Granit durchschwärmt.

In dem alten Kalkstein von Otavi liegen die bekannten Kupfererzlagerstätten, die von der South Westafrica Co. untersucht worden sind. Auch der Malmamidolomit in Transvaal ist ja reich an Kupfererzen, die zusammen mit Gold auf Quarzgängen aufsetzen.

Gehen wir nun nach Norden weiter. Die Sandsteine am Kunene gehören vielleicht zu den Otavischichten, indes ist das ganz unsicher. In Benguella baut sich das Schellagebirge nach *Baum* in folgender Weise auf. In dem Küstenvorland[64]) fand er rötliche Sandsteine mit weißen Streifen unbekannten Alters — außer den Gesteinen des Kaokofeldes kann man auch an die Tertiärschichten von Mossamedes oder Kreideschichten Angolas denken. Dann folgt das Schellagebirge[65]) aus Gneiß mit Quarzadern, im Osten aus Talkschiefern und blauen Schiefern, alle steil aufgerichtet. Auf der Ostseite findet sich massenhaft Basalt mit Säulen und Trümmerfeldern. Die Oberfläche des Basalts ist oft mit Salzkrusten bedeckt. Dann folgt die Hochebene nach Osten hin, anfangs bedeckt mit Schwarzerde — Moorboden *Baums*, d. h. wohl mit dem charakteristischen Verwitterungsboden des Basalts.

Das Schellagebirge besteht also wohl vorwiegend aus Gesteinen der Primärformation und einer Decke jüngerer Eruptivgesteine — sog. Basalt.

Verfolgen wir nun das Damarahochland nach Süden hin!

Das Massiv senkt sich — allmählich oder in Stufen?? — hinab, und Gneiße und Granite sind die vorwiegenden Gesteine. Die Senkung des Sockels der Primärformation wird aber, wie im Kaokofeld, teilweise ausgeglichen durch Auflagerung einer gewaltigen Sandsteinmasse, die nach *Schenck*[66]) die breiten Plateaus des Namalandes bildet und durch zwei Grabenbrüche gegliedert ist. In dem Bersabagraben steht, wie erwähnt, der porphyrische Stratovulkan Geitse !gubib.[67])

Der Sandstein geht am !Han ǂ ami-Plateau nach Osten hin in eine Schieferfazies über.[68]) Auf der Höhe der Plateaus liegt über dem Sandstein eine Decke von bläulichgrauem Kalkstein, der an Chalcedon sehr reich ist und den *Schenck* seinem Habitus nach mit dem Malmamidolomit identifiziert, mit Recht wie ich glaube. Das ganze System der Sandsteine, Schiefer und Kalksteine nennt er „Namaschichten". Nach Osten hin folgt das Land der Veldschoendrager, eine Ebene, die Graf *Pfeil*[69]) als eine Kalksteinebene beschreibt, und zwar handelt es sich um einen alten blaugrauen krystallinen Kalkstein, der nördlich des Oranje am Honm Revier direkt auf Gneiß lagert. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir ihn mit der Kalksteindecke *Schencks* auf den Sandsteinplateaus identifizieren, zumal dieser Autor dieselbe auf seinem Profil tatsächlich als Unterlage des Kalaharisandfeldes zeichnet, das in dem Veldschoendragerland beginnt. Auf der Ostseite, in Westgrikwaland und dem südlichen Betschuanenland werden wir den Malmamidolomit gleichfalls als Unterlage des Kalaharisandes finden. Bemerkenswert ist das Übergreifen des Kalksteins auf das Primärgebirge ohne Sandsteinunterlage, wie *Pfeil* beobachtet hat. Nach *Stow*[70]) findet in Westgrikwaland am Kaapplateau dasselbe statt. Wir werden die Transgression des Kalksteins, resp. Malmamidolomits, auch fernerhin noch festzustellen Gelegenheit haben.

Hier müssen wir nun auf einen interessanten Fund aufmerksam machen, der hoffentlich bald klargestellt werden wird.[71]) Südlich Gunikobis bei Bersaba, am Ostufer des Gr. Fischflusses, wurde auf Kohle geschürft und zwei Bohrlöcher von 85 und 310 Fuß Tiefe „in schwarzen Schiefern mit Versteinerungen" angelegt — ohne Erfolg. Der Kgl. Bergakademie wurden aus derselben Gegend Konkretionen von Toneisenstein eingesandt, in denen sich eine Conularia fand,

sowie Stücke von verkieseltem Holz. Die Toneisensteingeoden sollen sich besonders da finden, „wo Stinkkalk die schwarzen Schiefer stockartig durchbricht".

Leider ist nach den Untersuchungen des Landesgeologen Herrn Dr. *Schröder* die Conularia nicht zu bestimmen; das Holz aber gehört nach Herrn Professor *Potonié* zu Gymnosporen, und zwar Nadelbäumen, wie sie seit dem Paläozoikum vorkommen.

Ist das Alter auch nicht genau festzustellen, so zeigt der Fund doch an, daß Fossilien führende Schichten in der Tiefe des Bersabagrabens liegen. Nach unseren bisherigen Kenntnissen sind es entweder Bokkeveld- oder Karroschichten. Für erstere spricht die Conularia, für letztere das verkieselte Holz und die Bezeichnung „schwarze Schiefer" (cfr. Ekkaschichten). Sodann ist die Frage außerordentlich wichtig, ob die Schiefer der Schieferfazies entsprechen, die *Schenck* am !Han ǂ ami-Plateau fand. Ist das der Fall und sind die Fossilien devonisch, dann wäre damit bewiesen, daß die Namaschichten tatsächlich den Kapschichten entsprechen, demnach wahrscheinlich auch die Lydenburger Schichten.

Mir persönlich möchte es freilich glaublicher erscheinen, daß die schwarzen Schiefer zu den Ekkaschichten gehören, also abgesunkene und dadurch erhalten gebliebene Reste einer ehemals nach Norden vorgeschobenen Masse von Karroschichten sind. Mit solcher Auffassung würden auch die Kohlenfunde übereinstimmen, die nach englischen Quellen im benachbarten Gebiet der Dirk Villander gemacht worden sind (Villander Concession). Nach jüngsten Nachrichten (Januar 1904) soll ja auch bei Gibeon Kohle vorkommen.

Diese kurzen Bemerkungen werden genügen, um zu zeigen, welche grundlegende Fragen von der Untersuchung der „schwarzen Bersabaschiefer" abhängen.

In diesen Schiefern stehen auch anscheinend die Kimberlitpfeifen von Gibeon. Auch im Villandergebiet soll ja Blaugrund vorkommen. Die Identität der „schwarzen Schiefer" mit den schwarzen Schiefern der Ekkaschichten bei Kimberley vorausgesetzt, würden also die südwestafrikanischen Diamantvorkommen die gleiche Beschaffenheit haben, wie die von Kimberley. Hoffentlich werden die Gibeoner Diamantschlöte recht bald untersucht und dabei auch die Fossilien der schwarzen Schiefer gründlich gesammelt. Auch auf etwaiges Dwyka- oder Glazialkonglomerat unter den Schiefern sollte man achten.*)

In Klein-Namaland bilden Gneiße und Granite südlich des Oranje die Hauptmasse des Sockels, werden aber nach Süden hin durch Schiefer mit intrusiven Granitstöcken verdrängt, die bis zur Südspitze reichen und z. B. bei Kapstadt aufs beste zu studieren sind. Nach Osten hin wird die Primärformation von den Karroschichten, mit Dwykakonglomerat beginnend, überlagert, und diese bilden die Oberfläche der Hochfläche nach Osten hin, indessen nimmt der Granit in Groß-Buschmannland und am Oranje noch weite Strecken der Oberfläche ein. Bei Ookiep liegen Kupferminen, die in Quarzglimmer-Diorit als magmatische Ausscheidungen [12]) auftreten und ausgebeutet werden.

2) Das Kapländische Faltengebirge.

Mit den Bokkeveldbergen und dem Olifantrevier beginnt das Gebiet der Kapschichten, und zwar liegen dieselben nicht flach, wie die Namaschichten, sondern sind zu einem gewaltigen Faltengebirge [13]) zusammengeschoben. Dasselbe muß in früheren Zeiten weit bedeutendere Höhen gehabt haben, da die Abtragung schon weit fortgeschritten ist. Die Falten streichen anfangs von Norden nach Süden parallel der Westküste des Kaplandes, dann biegen sie östlich und nordöstlich vor Kapstadt nach Osten um. Die großen Antiklinalen und Syn-

*) Herr Dr. *Lotz* von der Geologischen Landesanstalt ist inzwischen zum Staatsgeologen für Deutsch-Südwestafrika ernannt worden, und so werden wohl, wenn dieses Buch erscheint, die aufgeworfenen Fragen bereits beantwortet sein.

klinalen sind sekundär wiederum ganz enorm gefältelt. Nach Osten, resp. Norden glätten sie sich aus. Relativ flach gelagerte Schichten bilden dort die Oberfläche der Karrostufen. Verwerfungen unter Stufenbildung durchsetzen daneben in großer Zahl das Gebirge und zwar im allgemeinen parallel der Längsachse der Ketten und sollen bei Worcester Sprunghöhen von 9000 Fuß erreichen.[31])

An der Umbiegungsstelle hat eine starke Zersplitterung der Faltenzüge mit Verschiebung der Schollen stattgefunden, so daß von regelmäßigem Verlauf der Falten nicht mehr die Rede sein kann, und gerade in dieser Gegend befindet sich der Worcesterbruch.

An dem Aufbau des Faltengebirges sind nicht nur die Kapschichten beteiligt, sondern auch die steil aufgerichteten Malmesburyschichten und im Oudshorndistrikt auch in sehr hohem Grade die Cangoschichten. Dieselben liegen südlich der Zwarteberge sogar überkippt auf dem Tafelbergsandstein.

Dwykakonglomerat und Ekkaschichten sind mit den Kapschichten zusammengefaltet. Sie bilden die Oberfläche der Karro mit flachgelagerten Schichten und sind an den ersten Faltungen der Kapschichten beteiligt. Nun wäre es aber durchaus irrig anzunehmen, daß sie überhaupt nicht stark gefaltet worden sind. Die wichtige Entdeckung des Dwykakonglomerats südlich der enormen Verwerfung von Worcester zeigt deutlich, daß die Grenzen der Karroschichten von ihren heutigen Grenzen auf der Höhe des Plateaus ganz unabhängig waren und über das heutige Festland hinausgingen. Demnach müssen sie mit den Kapschichten zusammengefaltet worden, aber infolge von Abtragung verschwunden sein. Daher ist es auch nicht sicher, ob nicht einst auch die Beaufortschichten an der Faltung beteiligt gewesen sind. Denn die Abtragung ist so enorm, daß nur das liegendste Glied der Kapschichten, der massige, dickbankige, schwer zerstörbare Tafelbergsandstein in Bergform übriggeblieben ist und jetzt die langen steilen Kämme der Gebirge formt.

So bilden denn heutzutage die Zonen dieses Sandsteins die Hauptketten, z. B. die Bokkeveld-, Ceder-, Hexriver-, Winterhoek-Berge, die beiden langen Systeme der Zwarteberge und Langeberge, sowie die nach Südwesten vorgeschobenen Ketten an der mit Zersplitterung der Falten verbundenen Umbiegungsstelle im Distrikt von Swellendam, Caledon, Bredadorp nördlich und südlich des Zonder Einde Reviers. Bei Port Elisabeth und weiter östlich laufen die Ketten an der Küste aus.

Das Kapländische Faltengebirge ist in der Periode nach Ablagerung der Ekkaschichten und vor der der Uitenhageschichten erfolgt, also in triassischer oder jurassischer Zeit. Denn das Enonkonglomerat ist in der Kapkolonie innerhalb der Täler der schon stark abgetragenen Gebirge abgelagert worden, die Uitenhageschichten im Distrikt von Uitenhage aber an der Küste in einer Bucht des Meeres, das das Faltengebirge bespülte.

Von der St. Helenabai bis Mosselbai liegt zwischen den Hauptketten des Gebirges und dem Meer ein Vorland, aus dem isolierte Teile des Faltengebirges aufragen. Am Strand aber finden sich z. T. bis 30 km breite Streifen von flachem Land aus jungen Gesteinen. Vor allem fallen junge Kalksandsteine mit Kreuzschichtung auf, die man wohl mit Recht für verfestigte Dünen hält. Neben Quarzsand und anderen Mineralien bestehen sie besonders aus feinen Partikeln von Muschelresten. Durch Auflösung und Wiederabscheidung des Kalks ist die Verfestigung zustande gekommen, und noch heutzutage geht dieser Prozeß vor sich.

Bei Bredadorp bilden diese jungen Kalke 500 Fuß hohe Dünenrücken in 12—13 km Entfernung vom Meer. Durch die Brandungswelle geschaffene Steilränder, z. B. am Kap Infanta, beweisen negative Strandverschiebungen. Lokal muß aber in jüngster Zeit auch positive Verschiebung vorgekommen sein, da zuweilen Kalksanddünen u n t e r dem heutigen Meeresspiegel liegen, z. B. bei

Wagenbuiskrantz, Danger Point und an der Saldanha-Bai. Vielleicht dringt augenblicklich hier, wie an der ostafrikanischen Küste, das Meer wieder vor.

3) Das Stufenland von Kaffraria und Natal.

Die Ebene der Karro, deren Boden durch flach gelagerte Ekkaschichten gebildet wird, endet an einem Steilrand, der durch die Linie der Roggeveld-, Koms-, Nieuveveld- und Winterberge gebildet wird. Dieser Rand ist, wie *Schenck* richtig hervorhebt, ein Erosionsrand; denn hier beginnt die Auflagerung der Mittleren Karro- oder Beaufortschichten, und die Kämme der Bergketten werden durch mächtige Diabaslager gebildet. Die Beaufortschichten bilden auch die Oberfläche der Distrikte von Carnarvon, Murraysbury, Graaf Reynet, Hannover, Colesberg, Middelburg, Cradock, Tarkastadt. Im Gebiet von Stormberg lagern sich aber die Stormbergsschichten auf und setzen in Verbindung mit den andern Gliedern der Karroschichten das Stufenland von Kaffraria, Bassutoland, Natal und die südlichen Drakensberge zusammen. Hier handelt es sich nun freilich nicht um einfachen Aufbau aus horizontalen Schichten, sondern um tektonische Stufen, die nach dem Meere zu abgesunken sind. In Natal ist diese Stufenbildung von *Griesbach*[75]) sicher nachgewiesen worden. Dwyka- und Ekkaschichten liegen dort am Strand als Rest einer abgesunkenen Scholle, angelehnt an eine Stufe, die aus Gesteinen der Primärformation mit überlagernder Sandsteindecke besteht. Über diesem Sandstein folgt dann die gesamte Karroformation.

Der Bau von Kaffraria ist nicht so gut bekannt. Der Bergzug, der sich von den Tandjesbergen nach Westen zur Mündung des Keiflusses mit Unterbrechungen hinzieht, scheint den Verlauf einer west-östlich streichenden Stufe anzuzeigen, also parallel der Südküste und dem Faltengebirge, das mehr südwestlich an der Küste ausstreicht. Wenigstens liegt nördlich dieses Bergzuges eine gewaltige, mit vulkanischem Gestein erfüllte Spalte, resp. ein System von Spalten, das gleichfalls west-östlich streicht. Der Hauptgang[76]) ist ein 120 miles langer Gang aus Quarzglimmer-Augit-Diorit, der die Karroschiefer und -Sandsteine durchbricht. Derselbe ist durch Verwitterung so leicht zerstörbar, daß ein langes tiefes Tal — das sog. „Transkei Gap" — entstanden ist, das die Flüsse teilweise benutzen. Es beginnt etwas östlich der Mündung des Kocha und endet im Catheartdistrikt in nicht näher bekannter Weise.

Nördlich des Transkei Gap erhebt sich auf der Grenze zwischen Ostgrikwaland und Bassutoland die lange Kette der Kathlamba, die in den Stormbergen beginnt und aus Melaphyr und Dolerit mit Vulkanen, Lavaströmen, verkitteten Aschen-, Bomben- und Lapillimassen besteht.[77]) Einige zwanzig Eruptionszentra hat *Schwarz* nachgewiesen. Anscheinend liegt die Kette auf einer riesigen Bruchzone, die dem Steilrand des Hochplateaus parallel nach 60° streicht.

Wie bereits erwähnt, liegt in Natal eine mächtige Sandsteinmasse diskordant auf dem Primärgebirge. *Schenck* hat dieselbe mit dem Tafelbergsandstein identifiziert, vielleicht mit Recht, aber nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse wird man wohl gut tun, die Frage offen zu lassen, ob Tafelbergsandstein oder Lydenburger Schichten vorliegen. Dieser Sandstein wird diskordant von dem Dwykakonglomerat überlagert — unbekannt, von welcher Fazies. Im Vryheiddistrikt liegt jedenfalls Grundmoräne auf Rundhöckern der Primärformation.[78]) Letztere aber besteht aus krystallinen Schiefern mit Goldquarzgängen, intrusiven Granitstöcken und Diabasgängen. Auf dem Dwykakonglomerat wiederum lagert die ganze Reihe der Karroschichten, inkl. Stormbergschichten, in denen die Kohlenlager von Dundee und Newcastle liegen. Mit der gewaltigen bis 4500 Fuß mächtigen Melaphyrdecke der Drakensberge schließt der Rand des Hochplateaus ab. Jenseits dieser mächtigen Anschwellung des Randgebirges folgt im Freistaat wieder die obere Karroformation in nahezu derselben Meereshöhe wie in Natal.

Demnach bildet die Zone von Eruptivgesteinen einen gewaltigen, plateauförmigen Wall, wohl eine kolossale Spaltenausfüllung, ehemals vielleicht mit aufgesetzten Vulkanen in Reihenform. Indes hat *Churchill*[79]), wie bereits erwähnt, hier keinerlei Krater, Lavaströme, Bomben-, Lapilli- und Aschenschichten gefunden, wie sie in Ostgrikwaland als Kennzeichen einer ehemaligen Vulkankette erkennbar sind. Sie mögen völlig zerstört sein oder bei eingehenderer Untersuchung doch noch östlich und südlich der riesigen Melaphyrlager des Plateaurandes gefunden werden.

4. Die Ostküste.

Während der Südküste ein ausgedehntes Vorland, wenn man von der Kaapschen Platte bei Kapstadt absieht, fehlt, beginnt in Natal von neuem eine flache Ebene, die immer breiter wird, je mehr man nach Norden vordringt. Jenseits Delagoabai springt sie weit nach Osten vor und erreicht hier, im Gasaland,[80]) eine Breite von 200—240 km. Diese niedrige Terrasse baut sich aus jungen Meeressanden, Flußalluvien, jungen Kalken und Kreideschichten — Delagoabai und Tongaland — auf.

Das Vorland wird im Gasaland von dem krystallinen Hochplateau begrenzt. Im Gebiet der Delagoabai endet es an der Lebombokette, die aus Quarzporphyr besteht und sich anscheinend weit nach Süden ins Tonga- und Suhuland hinein erstreckt. In Natal stößt das Vorland wieder an alte krystalline Gesteine.

Der Abfall des Hochplateaus zerfällt in zwei geologisch ganz verschiedene Gebiete, die Lebombokette und den eigentlichen Sockel.

Die Lebombokette besteht nach *Molengraaff*[81]) aus einer Masse von Quarzporphyr, die nach Osten einfällt und konkordant über Karroschichten lagert, die am Westrand der schmalen Porphyrkette zum Vorschein kommen. Es sind Sandsteine der Mittleren Karroformation — Hoogeveldtschichten —, die auch Steinkohlen führen.

Dann erst folgt der eigentliche Sockel des Kontinents mit Graniten, Gneißen und krystallinen Schiefern. Diese Zone beginnt in Natal als schmaler Streif, und zwar im Meeresniveau, und steigt nach Norden hin nicht nur in höheres Niveau auf, sondern kommt auch unter der Decke der Karro- und Lydenburgerschichten immer mehr zum Vorschein. Das ganze Swasiland und der Sockel des Plateaus bestehen aus diesen Gesteinen. Im nördlichen Transvaal, im Gebiet des Zoutpansberges und der Murchisonkette greift aber das Gebiet der Primärformation weit nach Westen hin über und setzt nicht nur den Boden der Limpoposenke, sondern auch das ganze große Matabelehochland zusammen.

Bezüglich des inneren Aufbaues des krystallinen Gebirges läßt sich folgendes sagen. Im Süden, d. h. Natal, Vryheid und Swasiland, scheinen krystalline Schiefer zu überwiegen und Granit lokal in intrusiven Stöcken aufzutreten. Ein prachtvoller Granitstock bildet nach *Molengraaff* z. B. den Kessel von Barberton. Der Granitboden dieses Kessels wird im Norden, Osten und Süden mantelförmig von steil aufgerichteten Schieferbergen umgeben, während auf der Westseite die geschlossene Mauer der Lydenburger Schichten Granit und Schiefer verhüllt.

Ruppert Jones beschreibt auf Grund von Profilen und Gesteinsproben des Bergingenieurs *Ryan* eine prachtvolle Synklinale aus dem Swasiland.[82]) Nahe der Transvaalgrenze streicht dieselbe annähernd N.—S. und besteht aus verschiedenen krystallinen Schiefern. Am Granit, der die Synklinale auf der Ostseite begrenzt, lagern Aktinolitschiefer, also wohl kontaktmetamorphe Schichten. In der Mitte der Mulde aber sind Breccien von Kieselschiefern auffallend. Der Ostflügel der Synklinale nun soll genau in der Verlängerung der goldquarzhaltigen Schieferzone von Barberton liegen. Ob aber wirklich ein direkter Zusammenhang besteht, ist nicht bekannt.

Die Darstellungen von *Molengraaff* und *Ruppert Jones* erwecken den Ein-

druck, daß in ein Faltengebirge nachträglich Granitmassen eingedrungen sind, z. T. unter mantelförmiger Aufwölbung der gefalteten Schichten.

Weiter nach Norden hin ändert sich das Verhältnis. Neben Granit tritt Gneiß in großer Ausdehnung auf, während die Schiefer lange schmale Zonen bilden, die zwischen jene Gesteine eingeklemmt sind. So ist's im nördlichen Transvaal, so im Matabelehochland. Meist streichen die Schieferzonen O.—W. z. B. am Letaba, Selati, in der Murchison Range, im Zoutpansberg.

Über den geologischen Charakter der Limpoposenke sind wir erst in jüngster Zeit durch *Molyneux*[83]) unterrichtet worden. Wir haben es hier mit einem zweifellosen Bruchfeld zu tun. Gneiße und Granite im östlichen, Sandsteinschiefer (*Molyneux'* Samkotoschichten, meine Lotsanischiefer) im westlichen Teil bilden die Grundlage, werden aber von kohlenführenden Schollen der Karroformation diskordant überlagert. Weisen letztere bereits auf ein Bruchfeld hin, so ist das Auftreten einer ausgedehnten Decke von Lavaströmen mit erhaltenen Kratern ein noch deutlicheres Zeichen. Das vulkanische Gestein soll Basalt sein, ist aber vielleicht doch identisch mit dem Lualemandelstein und -Aphanit des Bamangwatolandes.

Derselbe „Basalt" setzt sich nach *Molyneux* gegen den Sabifluß hin fort und ist wohl auch identisch mit dem „Basalt" der Tolo Asimafälle.[84])

Das Matabelehochland[85]) hat einen sehr charakteristischen Bau. Dieser von Nordwesten her langsam, nach Süden und vor allem nach Osten schnell abbrechende Plateauklotz besteht aus Granit und Gneiß mit eingepreßten Schieferbändern und untergeordneten Diabasgängen, letztere namentlich im Bereich der Schiefer. Die Schieferbänder streichen vorwiegend O.—W., aber auch N.—S. (Tati) und S.W.—N.O. (am Schaschani). Die Schiefer mit Goldquarzgängen finden sich nicht nur auf dem Hochland selbst — Goldfeld von Buluwayo, Selukwe, Victoria (mit Simbabye), Gwelo, Umnyati, Umfuli, Magondi, Mazoe, Salisbury, Inyanga und vielen anderen Orten — sondern auch auf dem Südabfall des Plateaus — Tati, Schaschani, Gwanda — und auf dem Ostabfall — Manika, Kaiser Wilhelmsgoldfeld und das Goldfeld bei Inyakafura nahe der Lupataenge des Sambesi.[86])

Während der Granit meist steil aufragende Kuppen und Felsburgen bildet, liegen die weichen Schiefer in Mulden, und nur die Quarzite und Eisenglimmerschiefer, die zuweilen — z. B. in Tati und im Inyangadistrikt — die Schiefer begleiten, ragen als schroffe Rücken auf und fallen wegen ihrer Formen ins Auge.

Auf der Hochfläche des Plateaus liegen jüngere Ablagerungen der Karrozeit, auf die wir später zurückkommen wollen.

Über die Bruchzone am unteren Sambesi sind wir durch *Kuss*[87]) orientiert. Nach seinen Aufnahmen trennt die aus Porphyriten bestehende Lupatakette das Kohlenbecken von Teto von dem Becken von Senna. Die Kohlen führenden Sandsteine, die nach *Zeiler*[88]) oberkarbonische Pflanzen führen, sind durch Verwerfung zwischen krystalline Gesteine eingeklemmt. Bei dem Einbruch kam es zur Eruption der Lupata-Porphyrite, die die Sandsteine kontaktmetamorph beeinflußt haben. Später erfolgten nochmals Eruptionen, und zwar von Mandelsteinen, die wohl von erneuten Abbrüchen begleitet waren. Diese Mandelsteine ähneln der Beschreibung nach entschieden dem Lualemandelstein.

Östlich der Lupatakette liegen im Becken von Senna rote weiche Sandsteine, die Senna-Sandsteine, von unbekanntem Alter. Sie bilden eine flach gewellte Niederung und grenzen im Süden am Uremafluß an eine Porphyritzone, mit der das Matabelehochland beginnt. Auch hier sind also wohl beim Absinken Porphyrite hervorgebrochen. Ob aber der Senna-Sandstein eine abgesunkene Scholle, wie die Tetekohlen, oder eine jüngere Meerestransgression (Kreide? Tertiär?) in eine vorhandene Bucht vorstellt, ist unbekannt. Vermutlich sind sie aber identisch mit den oberhalb Schupanga — d. h. im Sambesidelta vor

dem Beginn der Berge des Schirehochlandes — auftretenden roten und gelben Sandsteinen mit mergligen Sandsteinen und Konglomeraten, die *Drummond*[89]) für Äquivalente der Tetekohlenschichten hält. 80 km oberhalb der Mündung tritt schließlich am Kwakwa-Arm ein Korallenriff aus den Alluvien auf.

Nördlich des Sambesi beginnt sofort das Schirehochland, das zusammen mit dem Nyassa-Tanganyika-Plateau ein gewaltiges Granit-Gneiß-Plateau bildet. In dasselbe sind die Becken des Schirwa, Nyassa, Rukwa und Tanganyika eingesenkt. Südwestlich des Nyassa müssen auch krystalline Schiefer auftreten, da in jener Gegend zahlreiche Goldquarzgänge selbst mit alten Grubenwerken vorkommen, die heutzutage wieder abgebaut werden.[90])

Von jüngeren Formationen sind östlich des Nyassa im deutschen Gebiet Karroschichten gefunden worden, und zu der gleichen Formation gehören einmal die Kohlenflöze am Nordende des Nyassa, sodann wohl auch die Sandsteine und Kohlen am Westufer des Nyassa am Mt. Waller unter 10° südlicher Breite und die Sandsteindecke westlich des Schire[91]) und schließlich die Sandsteine, Schiefertone und Kalke mit Fischresten (Paläoniscideu), Muscheln — angeblich Telliniden (??) — und Pflanzenresten, die *Drummond* etwa 20 km vom Nordwestende des Tanganyika am Rukuru fand.[92])

Das Land zwischen dem Nyassa und der Küste hat folgenden Bau.[93]) Das aus Granit und Gneiß bestehende Hochland, das den Nyassa auf der Ostseite begrenzt, endet ziemlich schnell vor dem Erreichen des Ludjenda (ca. 37° östlicher Länge). Es folgt eine, anfangs ca. 460 m hohe Ebene mit aufgesetzten Bergen, die sich nach der Küste hin senkt. Granit und Gneiß bilden auch ihr Fundament, krystalline Schiefer mit Goldquarzgängen kommen als Einlagerungen an mehreren Stellen vor — Rariko- und Mualia-Goldfeld —, aber besonders wichtig und interessant ist die Auflagerung von Sandsteinen mit ausgedehnten Kohlenflözen, südlich des Rovuma, und zwar liegt ein Kohlenfeld am Ludjendafluß — Ituli-Kohlenfeld — und ein anderes 12 miles von der Küste entfernt, in ca. 130 m Höhe an der Pemba-Bucht. Tertiäre und cretaceische Ablagerungen bilden angeblich südlich des Rovuma nur einen schmalen Streifen — ca. 12 miles an der Pembabucht — greifen aber im deutschen Gebiet bekanntlich weit nach Westen hin über.

Das Alter der Kohlenflöze ist nicht bekannt. Wahrscheinlich gehören sie den Karroschichten an, vielleicht auch dem Oberkarbon. Wir werden im Anschluß an die Besprechung der Kohlenfelder des Matabelelandes noch auf diese Frage zurückkommen.

Weiter südlich scheinen die jüngeren Auflagerungen zu fehlen. Wenigstens beschreibt *Pearie*[94]) östlich des Schirwasees eine wellige Ebene, aus der isolierte Stöcke und Ketten aus Granit aufragen, die im allgemeinen 1000—1200 Fuß rel. Höhe besitzen. Nur das mit zackigen Spitzen versehene Granitmassiv des Mtungwe erreicht 9000 Fuß Meereshöhe. Sandsteine oder gar Kohlen werden dagegen nicht erwähnt.

5) Die südöstliche Zone des südafrikanischen Beckens.

Die südöstliche Zone des Beckens, also die Hochebene außerhalb der Kalahari, wird durch eine Linie in zwei Teile zerlegt, die im großen und ganzen zwei geologisch verschiedenartige Gebiete trennt, nämlich durch die

Komati-Olifant-Linie.

Verbinden wir Laurenzo Marquez mit der Stadt Carolina in Transvaal, so trifft die Verbindungslinie den Steilrand der Drakensberge an der Stelle, wo nach *Molengraaffs* Karte[95]) ein scharfer Wechsel im geologischen Aufbau des Steilrandes eintritt. Nördlich der Linie besteht er aus Lydenburger Schichten,

südlich aus Karroschichten. Beide Systeme, der Primärformation auflagernd, müssen *Molengraaffs* Karte zufolge durch eine Verwerfung getrennt sein. Etwas nördlich dieser Bruchlinie durchbricht der Komatifluß den Steilrand. Verbinden wir nun diese Durchbruchsstelle mit der Mündung des Olifantreviers an der Westküste (31° 40′ südlicher Breite), so haben wir die Komati-Olifant-Linie.

Dieselbe hat als geologische Grenzlinie folgende Bedeutung.

1) Nördlich derselben bildet an der Westküste das Primärgebirge in breiter Masse und hoch ansteigend den Rand des Kontinents, während es nach Süden hin tief liegt.

2) Die Ibikwasschichten liegen gerade etwas nördlich der Linie im Mündungsgebiet des Hantam und Krommereviers bis nach Calvinia hin.

3) Nördlich dieser Linie sind die Kapschichten wenig entwickelt, sie keilen sich anscheinend gerade hier aus, diskordant vom Dwykakonglomerat überlagert. Nach Süden hin aber schwellen sie mächtig an, und ihnen folgen konkordant die Dwykaschichten.

4) Die Lydenburger Schichten sind bisher in typischer Ausbildung nur nördlich der Linie gefunden worden, Kapschichten mit Bokkeveldschichten und devonischen Petrefakten nur südlich.

5) Nördlich liegt eine stark gestörte Zone der Lydenburger Schichten; die Gebirgsbildung erfolgte lange vor der Ablagerung der Karroschichten.

6) Südlich liegt das Kapländische Faltengebirge, das sicher nach Ablagerung der Unteren Karroschichten entstand.

7) Nördlich der Linie liegt vorwiegend glaziales Konglomerat, d. h. Grundmoräne, südlich das Dwykakonglomerat d. h. Driftablagerung. Eine Ausnahme bildet nur der Vryheiddistrikt, wo südlich der Grenzlinie Grundmoränen auf der Primärformation ruhen, ca. 1000 m über dem heutigen Meeresniveau.

8) Südlich der Linie erreichen die Karroschichten ihre bedeutendste Mächtigkeit. Sie schwellen nach Süden hin an. Nördlich sind sie nur wenig mächtig. Die Stormbergschichten fehlen dort überhaupt, und auch die Ekka- und Beaufortschichten gehen nur wenig über die Linie nach Norden hinaus, z. B. bei Kimberley, Johannesburg und Belfast.

9) Die Richtung der Linie ist durchschnittlich 240°—60° W.S.W.—O.N.O., eine Richtung, die in Südafrika große tektonische Bedeutung hat und der wir in der Kalahari oft begegnen werden.

Aus allen diesen Verhältnissen darf man vielleicht folgern, daß die Küstenlinie zur Zeit der Karroschichten im großen und ganzen der Komati-Olifant-Linie folgte, während im Vryheiddistrikt ein Vorsprung — Halbinsel? — nach Süden ging.*) Da nun das Dwykakonglomerat konkordant auf den Kapschichten ruht, so drängt sich uns auch die Vorstellung auf, daß die Kapschichten bis zu dieser Linie hin ein früheres Festland transgredierend überschritten. Dieses Festland

*) Vorliegende Darstellung wurde im Sommer 1902 niedergeschrieben. Unabhängig von mir ist nun *Schwarz*[96]) zu ganz ähnlichen Resultaten gekommen. Er hat eine alte permische Küstenlinie konstruiert, die eine ähnliche Lage hat, wie die Olifant-Komati-Linie. Nur beginnt *Schwarz'* Küstenlinie etwas südlich der Olifantmündung und endet bei Johannesburg. Sie ist also etwas steiler, d. h. sie beginnt im Westen südlicher und endet im Osten nördlicher. *Schwarz'* Angabe, daß diese Linie nach 60° streiche, ist nicht ganz richtig; der Winkel ist geringer, ca. 55°—50°, während die Olifant-Komati-Linie genau mit 60° zusammenfällt, also parallel der Vulkanreihe liegt, die mir bislang unbekannt war. Ob die alte Küstenlinie mehr der Schwarzschen oder der meinigen entspricht, ist wohl unwesentlich, angesichts der großen Ähnlichkeit, die beide besitzen, und der gleichartigen Auffassung ihrer Bedeutung. Auch auf die vorgeschobene Grundmoräne im Vryheiddistrikt weist *Schwarz* hin; er denkt an eine vereiste Insel daselbst.

Die Fossilienfunde von Bersaba waren mir gleichfalls unbekannt, als ich die Komati-Olifant-Linie konstruierte. Die etwaige Transgression der Ekkaschichten nach Norden würde nicht gegen die alte Küstenlinie zur Devonzeit sprechen. Sollten aber wirklich devonische Schichten im Bersabagraben liegen, so wären obige Ansichten stark zu modifizieren.

bestand aber aus der Primärformation, sowie Cangoschichten im Süden, Ibikwasschichten im Westen, im Norden aber aus Lydenburger Schichten.

Die Verbreitung der Karroschichten.

Bisher herrschte allgemein die Vorstellung, daß sich die Karroschichten in einem Becken bildeten, das ihrem heutigen Verbreitungsgebiet entsprach. Die Entdeckung der abgesunkenen Scholle von Dwykakonglomerat und Ekkaschichten bei Worcester machte dieser Vorstellung für den Westen ein Ende. *Molengraaff*[93]) hat ferner an der Westseite des Lebombogebirges die Hoogeveldschichten nachgewiesen. Demnach bedeutet jene lange Kette die Richtung eines enormen Abbruchs — die Große östliche Verwerfung *Molengraaffs* —, die mindestens 1500 m Sprunghöhe besitzt und vielleicht eine direkte Fortsetzung der in Natal von *Griesbach* nachgewiesenen Verwerfung der Karroschichten ist (*Molengraaff*). Mit diesen Befunden wird jedenfalls bewiesen, daß die Karroschichten ein Verbreitungsgebiet hatten, das durchaus über die Grenzen des heutigen Kontinents hinausging, daß sie also sicher nicht eine Beckenablagerung innerhalb der Randgebirge des heutigen Kontinents sind.

Sodann wird bewiesen, daß Südafrika nach der Karrozeit und vor der Ablagerung der Uitenhageschichten — Oberer Jura oder Neocom — seine heutige Form im wesentlichen erhielt.

Gehen wir nun zu der Darstellung der Verhältnisse in der südöstlichen Zone des Beckens über. Die Komati-Olifant-Linie trennt zwei bestimmte Gebiete, im Süden von ihr liegt die Zone der Karroschichten, im Norden die der Lydenburger Schichten und der Primärformation.

a) Die Zone der Karroschichten hat ungefähr folgenden Nordrand, von dem etwaigen Bersabavorkommen abgesehen. Groß-Buschmannsland besteht bereits aus Primärschichten und ebenso der Westen von Westgrikwaland. Dagegen dürften die Berge zwischen den Hantam- und Doornbergen aus Karroschichten bestehen. Im östlichen Teil von Westgrikwaland überwiegen sie gleichfalls, dürften aber im Gebiet des Freistaats nirgends den Vaal erreichen. Erst im südlichen Transvaal greift eine geschlossene Zone von Karroschichten nach Norden hinaus bis Balmoral und Belfast. Auch jenseits Johannesburg und Pretoria sind vorgeschobene Schollen zu beobachten als Reste einer ehemals geschlossenen Decke. Ganz isoliert ist das Vorkommen von Glazialkonglomerat bei Mafeking.

Die Karroformation hat scheinbar eine beckenförmige Lagerung, deren Rand durch die Zone des Dwyka- resp. Glazialkonglomerats gebildet wird. Wie wir aber bereits sahen, erstreckte sie sich früher weiter nach Westen und Osten. Innerhalb dieses scheinbaren Beckens lagern überall zu unterst das Dwykakonglomerat und die Ekkaschichten, darüber in der Kapkolonie und dem südwestlichen Freistaat die Beaufortschichten. Im Gebiet von Stormberg beginnt dann die Auflagerung der Oberen Karroformation, die das Bassutoland, Ostgrikwaland, die Drakensberge und den Nordost-Freistaat einnimmt. In Natal treten dann die Beaufortschichten über den Ekka-Dwyka-Schichten wieder zutage.

Während also die Mittlere Karroformation in dem soeben erwähnten Gebiet unter der Oberen Stufe durchstreicht und von ihr deutlich getrennt bleibt, greift nach Transvaal hin vom östlichen Freistaat und nördlichen Natal aus die Masse der Hoogeveldschichten über, die *Molengraaff* für ein Äquivalent der Beaufortschichten hält, während *Dunn* und *Corstorphine* die liegendsten Partien mit den Kohlen wenigstens zu den Ekkaschichten stellen. In jedem Fall fehlen also im mittleren Transvaal die Stormbergschichten; die Nordgrenze derselben ist aber nicht bekannt.

Sowohl in den Unteren wie Oberen Karroschichten kommen Kohlenflöze vor, die verschiedene Pflanzen führen. Der Oberen Stufe gehören die Kohlen-

felder des Stormbergdistrikts an, ebenso wie die von Natal. Dagegen liegen die Kohlenfelder des südlichen Transvaal sowie die von Camdeboo und Beaufort West auf der Grenze zwischen Dwyka- und Ekkaschichten. Deshalb glaubt *Dunn* an ein mehr oder weniger zusammenhängendes System von Kohlenlagern im ganzen Bereich der Dwykaschichten[98]) zwischen der westlichen Kapkolonie, Natal und Transvaal.[37])

Ein bemerkenswerter Gegensatz besteht, wie wir bereits sahen, zwischen den Eruptivgesteinen der Oberen Stufe und denen der Mittleren und Unteren. Letztere werden von Diabasdecken und -Gängen durchschwärmt, z. T. netzartig durchzogen, und zwar sind auch die horizontalen Decken intrusiv gebildet worden. Diese Decken und Gänge sind es, die, durch Erosion bloßgelegt, jetzt Bergketten, Tafeln, Rücken, Spitzen bilden. Nach *Schwarz'* Beobachtungen fehlen sie den Stormbergschichten ganz, und er gewann deshalb die Überzeugung, daß sie erst nach dem Durchbruch der Karrodiabase zur Ablagerung gelangt seien.[99])

Dagegen werden gerade die oberen Karroschichten von jenen gewaltigen Eruptivmassen durchbrochen, die in Ostgrikwaland einst einer Vulkankette entquollen. Merkwürdig ist das Verhältnis zwischen den vulkanischen Gesteinen und dem Höhlensandstein der Oberen Karroschichten. Beide treten stets zusammen auf, und zwar so auffallend konstant, daß *Schwarz* den Sandstein genau daraufhin untersucht hat, ob er nicht ein verkappter Tuff sei — mit negativem Erfolg.[100])

b) Die Zone der Primärformation und Lydenburger Schichten ist außerordentlich kompliziert zusammengesetzt und auf weite Strecken hin noch recht wenig bekannt.

Gehen wir vom südlichen Transvaal aus. Fünf Granitmassive fallen uns zunächst auf, das des Witwatersrandes, das von Heidelberg, Vredefort, Klerksdorp und Schweizerrenekke. Nach *Molengraaff* nun werden diese Massive ganz oder teilweise umgeben von „Barbertonschichten", d. h. Swasischichten, also Primärformation.[101]) Die Hospital Hill-Schichten, die den Rand bei Johannesburg bilden, wurden ja auch von *Schenck* und andern dazu gerechnet, aber die Witwatersrandschichten mit den Konglomeraten galten früher für das liegendste Glied der Lydenburger Schichten. *Molengraaff* stellt sie dagegen zu den Swasischichten und läßt sie von den Lydenburger Schichten diskordant überlagert werden. Er schließt die Primärformation mit einer mächtigen Mandelsteindecke — Amygdaloid du Witwatersrand — ab. Nach ihm zieht sich diese Mandelsteindecke von Klerksdorp nach Christiana am Vaal entlang hin und ist identisch mit dem Mandelstein am Vaal bei Kimberley. In den Diamantminen dieser Stadt liegt sie unter der Karroformation — Glazialkonglomerat und Ekkaschichten. Am Vaal haben die Gletscher auf ihrer Oberfläche prachtvolle Rundhöcker abgeschliffen. Unter der Decke aber liegen horizontal die Witwatersrandschichten, nämlich die bekannten Quarzite mit Schwefelkies und Konglomeraten, auf die in ca. 1100 Fuß Tiefe in der Kimberley-Mine Schiefertone folgen.

Es liegt mir natürlich fern, *Molengraaffs* Untersuchungen im Felde vom Schreibtisch aus kritisieren zu wollen, ich möchte aber doch bemerken, daß einige Punkte gegen die Auffassung sprechen, daß die Witwatersrandschichten mit den Goldkonglomeraten zu der Primärformation gehören.

1) Petrographisch sind, wie mir aus eigner Anschauung bekannt, die Gesteine des Hospital Hill sehr ähnlich den Swasischichten bei Barberton, aber außerordentlich verschieden von denen der Witwatersrandkonglomerate und Quarzite.

2) Die horizontale Lagerung der Witwatersrandschichten unter der Melaphyrdecke wäre für die Primärformation sehr auffallend. Denn überall sonst ist dieselbe ganz gewaltig gefaltet und meist steil aufgerichtet.

3) Während sich die Melaphyrdecke nach Westen weithin ausdehnt, geht sie nach Osten nur bis Heidelberg. Sie wurde noch niemals im Gebiet der Swasischichten der Ostküste beobachtet.

Nichtsdestoweniger behält *Molengraaff* Recht, sobald seine Beobachtungen, daß am Westrande des Witwatersrandes, bei Wonderfontein, die Pretoriaschichten mit Malmanidolomit und Blackreefschichten sich diskordant über die Witwatersrandschichten schieben, richtig sind. Das Profil *Drapers* von Rooipan, das *Molengraaff* auch abbildet, spricht entschieden für seine Auffassung.

Die Lydenburger Schichten haben im südlichen Transvaal eine recht gestörte Lagerung, und zwar sind die Granitmassive mit den Aufbrüchen der Primärformation ganz wesentlich maßgebend für das tektonische Verhalten jener. Die Aufbrüche — Granitkern und Schiefermantel — wirken nämlich auf sie, wie Lakkolithe, d. h. die Lydenburger Schichten sind rund um sie herum aufgerichtet und fallen teilweise, z. B. am Vredefortmassiv, fast senkrecht ein. Wo solche Massive fehlen, sind die Schichten freilich meist nur 15—30° geneigt. So sind z. B. die Magaliesberge*) ein 200 m hohes System von Bergketten, die durch Erosion aus den nach Norden einfallenden Pretoriaschichten herausmodelliert worden sind. Innerhalb dieser Zone liegen, nebenbei bemerkt, östlich von Pretoria die Diamantminen, die *Molengraaff*[102]) beschrieben hat.

So setzt sich denn das Hochfeld im Westen aus Lydenburger Schichten mit Aufbrüchen von Granit und Primärschichten zusammen, während im Osten (östlich von Heidelberg) eine geschlossene Decke von Karroschichten das ältere Gestein verhüllt.

Das Buschfeld besteht lediglich aus Gesteinen, die jünger sind als die Lydenburger Schichten. Der rote Granit ist nämlich nach *Molengraaffs*[103]) Untersuchungen jünger als die Pretoriaschichten. Er bildet eine Decke, die den größten Teil der Niederung des Buschfeldes einnimmt. Syenite verschiedener Art treten im Granit auf, und an der Peripherie liegen Norite, die als Hügelketten herausgewittert sind. Östlich von Pretoria sind die Pretoriaschichten in Staffelbrüchen vom Witwatersrand nach Nordnordosten abgesunken und eruptive Boschveldgesteine sind auf den Spalten durchgebrochen. In diesem an Eruptivgesteinen reichen Gebiet treten mehrere Erzlagerstätten auf, z. B. Silber-, Kobalt-, Kupfer-, Bleierze. Im roten Granit selbst liegt die Albert-Silbermine.

Eine Mandelsteindecke[104]) überlagert im Gebiet der sog. Springbock Vlakte den roten Granit. Dieser Mandelstein ist ein basisches Gestein mit Mandeln von Kalkspat, Zeolithen, Achat und Opal und gleicht der petrographischen Beschreibung zufolge dem Loalemandelstein, den wir als gewaltige Decke im Bamangwatoland in dem Gebiet der großen Salzpfannen und am Sambesi finden werden. Auch die jungen Kalktuffbildungen und der „Torf"boden fehlen nicht in Transvaal, die beide den Loalemandelstein begleiten.

Der Waterbergsandstein[105]) ist eine 1000 m mächtige Sandsteinmasse, die das Palalaplateau bildet und auf dem roten Granit liegt. Dieser Sandstein beginnt mit einer merkwürdigen Breccie aus eckigen bis abgerundeten Stücken von rotem Jaspis, Magnetitquarzschiefern, Muskovitquarzschiefern, Lydit, weißem Quarzit und Quarzfels. Alle diese Gesteine gehören der Primärformation an. Die beiden ersten Gesteine sind denen der Hospital Hill-Schichten sehr ähnlich. Die Jaspisstücke färben das Gestein tiefrot. Das Zement ist sandig. Die darüber lagernden Sandsteine sind rot, und zwar hell- bis dunkelrot. Gesteinsstücke finden sich hier und da in der ganzen Stufe verteilt. Diabasgänge sind spärlich; einmal fanden sich undeutliche Crinoidenreste.

Bezüglich der Eruptivgesteine des Buschfeldes vermutet *Molengraaff* folgende Verhältnisse.

Da der Waterbergsandstein durch den roten Granit gehoben worden ist und am Pienaars Fluß bei Pretoria den Basisbreccien des Waterbergs ganz gleiche Breccien zwischen Buschfeldgesteinen und von diesen durchbrochen liegen, so sind

*) Ausspr. Machálisberge.

die Buschfeldgesteine jünger als der Waterbergsandstein, der rote Granit also als Lakkolith zwischen Pretoriaschichten und Waterbergsandstein eingedrungen. Dabei hatte sich basisches Magma — Norite — am Rand des Lakkoliths konzentriert.

Der Mandelstein aber scheint erst nach Abtragung der Decke des Waterbergsandsteins hervorgequollen zu sein.

Weitere Untersuchungen werden erst, wie *Molengraaff* selbst meint, definitiv die Verhältnisse aufklären. Das Auffinden einer neuen Formation über den Pretoriaschichten (= Gatsrandschichten) in Transvaal ist sehr interessant, nicht weniger das jugendliche Alter des roten Granits und seine mutmaßliche Lagerung als Lakkolith. Ganz eigentümlich ist aber das Basiskonglomerat aus Gesteinen der Primärformation, die doch aus erheblicher Entfernung, mindestens vielen vielen Kilometern, herbeigeschafft worden sein müssen und doch wenig oder gar nicht abgerollt sind. Wir werden in Westgrikwaland ähnliche Verhältnisse finden.

Wenden wir uns nun vom südlichen Transvaal nach Südwesten!

Die Diabasdecke, die nach *Molengraaff* die Primärformation abschließt und auf den Witwatersrandschichten ruht, geht als Decke am Vaal entlang bis zu dem Kaapplateau oder Campbells Rand. Dieselbe Diabasdecke ist es anscheinend, die im Hartsrivertal bis Vryburg und darüber hinaus nach Mafeking hin die Oberfläche des Bodens bildet. Östlich und südöstlich von Mafeking bedeckt der Malmanidolomit das ältere Gestein. Unter ihm sollen aber nach *Molengraaff* die Blackreefschichten liegen. Ich persönlich habe sie zwischen Mafeking und Ottos Hoop nicht gesehen, halte es auch für möglich, daß der Dolomit hier bereits direkt auf dem älteren Gestein liegt, wie weiter westlich. Östlich von Vryburg findet man bei Schweizerreneckke noch einen Granitaufbruch, der vielleicht von Gesteinen der Primärformation umgeben ist. Indes fehlen noch wirkliche Aufnahmen. Bei Kimberley und bis an den Campbellsrand (Kaapplateau) heran liegen auf der Diabasdecke Karroschichten, und zwar Glazialkonglomerat und Ekkaschichten. Die Primärformation bricht aber wiederholt riffartig hervor.

Bei Mafeking liegt die nördlichste Scholle von Konglomerat, das ich mit *Dunn* auf Grund eigner Anschauung mit dem Glazialkonglomerat identifizieren möchte, das ja auch in den Kimberleyminen unter den Ekkaschichten liegt.

Wir kommen nun zu einem Gebiet, das geologisch sehr interessant ist, nämlich dem K a a p p l a t e a u u n d d e r n ö r d l i c h e n K a p k o l o n i e a m O r a n j e.

Betrachten wir zunächst den P r i e s k a d i s t r i k t, der Darstellung von *Rogers* und *Schwarz* folgend.

Beide Geologen gliedern, meist unter Übernahme der Formationsnamen von *Stow*, die Schichten dieses Distrikts in

e) Karroschichten,
d) Matsapschichten,
c) Doornbergschichten,
b) Kheisschichten,
a) Granit und Gneiß.

a) Verschiedenartige G r a n i t e setzen zum großen Teil das Land zusammen, sind aber meist von jungem Sand bedeckt. Sie gehen häufig in Gneiße über und sind ferner mit Quarziten und Hornsteinen, sowie metamorphischen Gesteinen vergesellschaftet. Letztere zerfallen in an Hornblende und an Granaten reiche Schiefer. Auch Phyllitgneiße kommen vor. Am Grenaats Kop steckt der Granit zweifellos intrusiv in Glimmerschiefern.

b) Die K h e i s s c h i c h t e n bestehen aus steil aufgerichteten Glimmerschiefern und reinen weißen Quarziten ohne alle Konglomerate. Beide Gesteine gehen aber allmählich ineinander über infolge von Aufnahme von Glimmer in den Quarziten. Nirgends war indes mit Sicherheit der Verband mit den Gneißen und Graniten aufgeschlossen. Da aber oft genug unregelmäßige Granitzungen in das

Gebiet der Kheisschichten hineinlaufen und auch kleine Granitstücke (1 mile lang, 1/2 breit) in diesen stecken, so liegt die Annahme nahe, daß der Granit intrusiv in sie eingedrungen ist. Auch ist das Streichen der Gneiße parallel mit dem der Kheisschichten, nämlich Nordwest bis Nordnordwest. Demnach könnte der Granit recht wohl bei der Gebirgsbildung, der die Kheisschichten ausgesetzt waren, geschiefert worden sein.

Die stark metamorphischen Schichten im Granit könnten ferner Schollen von Kheisschichten sein, zumal sie parallel mit diesen und den Gneißschichten streichen (Nord 35° West = 325°).

c) Die Doornbergschichten zerfallen in zwei Glieder

β) Griquatownschichten,

α) Campbells Randschichten.

α) Die Campbells Randschichten beginnen mit einer Quarzitmasse von wechselnder Mächtigkeit, 200—2000 Fuß. Dann folgen kieselreiche blaugraue Kalksteine, die oft dolomitisch sind, mit Quarzadern, Quarziteinlagerungen, Bänken von rotem und schwarzem Jaspis, Feuerstein und lokal, bei Zekoe Baard, auch von Schiefertonen. Auch erhebliche Wechsel in der Zusammensetzung kommen vor. So verschwindet bei Prieska Poort der Kalkstein ganz, oder die Quarzite nehmen an Mächtigkeit ab, oder werden an Eisenoxyd reich.

Die Lagerung ist im allgemeinen eine mehr oder weniger kräftig gewellte, doch kommt bei Prieska Poort auch Überstürzung der Formation vor. Die größte Mächtigkeit der Doornbergschichten wurde auf ca. 5000 Fuß bestimmt.

β) Die Griquatownschichten folgen konkordant und gehen allmählich aus dem Liegenden hervor. Sie sind durch ihren enormen Reichtum an Magnetit ausgezeichnet, so daß der Kompaß in ihrem Gebiet ein nutzloses Instrument ist. Das Magnetit liegt in den unteren Schichten in hämatitreichem Quarzit, in den oberen Schichten in braunem und rotem Jaspis. Manchmal ist das Gestein dunkelgrün infolge von Eisensilikat. Zwischen den harten Jaspismassen liegen — z. B. bei Kamel Püts — weiche Schiefer, die wohl die Originalform der Ablagerung vorstellen und aus denen später durch Verkieselung die Jaspisschichten hervorgingen.

Ripplemarks und Wurmspuren sind häufig. Die Mächtigkeit muß mindestens 5000 Fuß betragen. Sie bilden den Gipfel der Doornberge.

Das Streichen der Doornbergschichten ist Südwest—Nordost, also anders als das der Kheisschichten.

d) Die Matsapschichten bilden den Ezel Rand, am Nordwestende des Prieskadistrikts, der von Südwest nach Nordost verläuft. Die Gesteine dieser Formation unterscheiden sich völlig von denen der früheren. Es sind Sandsteine und Breccien, die z. T. diskordant auf dem dolomitischen Kalkstein lagern, z. T. oben von einer Mandelsteindecke abgeschlossen werden. Sie stoßen aber auch an ihrer Nordwestgrenze direkt an die Kheisschichten. Ihr Streichen ist Südwest—Nordost (50—60°), also gleich dem der Doornbergschichten.

Die Basisbreccien bestehen aus eckigen und gerundeten Blöcken typischer Griquatownschichten, also dunklem hämatitischem und magnetitischem Quarzit und Jaspis nebst Gangquarzen. Das Zement ist ein dunkelroter Kieselfels. An manchen Stellen ist das Konglomerat stark schieferig infolge von Quetschung. Über den Basisbreccien liegen grobe grau- und dunkelrotscheckige Sandsteine mit Stücken von Quarz, Quarzit, Jaspis, die unregelmäßig verteilt sind. Die Mächtigkeit ist mindestens 3000 Fuß.

Nach Ablagerung der Kheisschichten ist ein intrusiver Diabas hervorgebrochen, der Zekoe Baard Mandelstein, der südlich des Ezel Randes und der Doornbergschichten liegt, aber auch zwischen den Matsap- und Kheisschichten hervorgedrungen ist. Wahrscheinlich gleichzeitig mit dem Diabasaufbruch, d. h. in derselben geologischen Periode, sind die Matsapschichten gestört und

gegen die Kheisschichten gefaltet worden. Diese Gebirgsbildung fand vor Ablagerung des Dwykakonglomerats statt.

Interessant ist das Auftreten vulkanischer Gesteine mit ausgeprägter Fluidalstruktur. Dieselben liegen zwischen Beer Vley und Strydenburg, entstammen sicher Vulkanen und haben in großem Umfang Material für das Glazialkonglomerat geliefert, sind also sicher älter als die Karroschichten.

c) Karroschichten.

Glazialkonglomerate bedecken einen großen Teil des Prieskadistrikts und sind als Grundmoräne mit geschrammten Blöcken entwickelt; Rundhöcker sind häufig und sehr schön zu beobachten z. B. bei Jackals Water (Prieska) und bei Vilets Kuil (Hopetown).

Das Land zwischen den Doorn- und Hantambergen soll aus Karroschichten bestehen, doch fehlen genauere Aufnahmen. Sicherer ist es, daß in Groß-Buschmannland und am Oranje unterhalb der Vaalmündung krystalline Gesteine, namentlich Granite in großem Umfang auftreten.

Wenden wir uns jetzt dem Kaapplateau zu, das von *Stow*[107]) eingehend untersucht worden ist. Wir finden in ihm dieselben Schichten, wie an den Doornbergen.

Die Kheisschichten bilden die Basis des Campbellrandes, treten aber nur sehr lokal zutage. Im Westen aber, bei Kheis und in den Schurftebergen, finden wir sie weithin aufgeschlossen und steil aufgerichtet.

Eine Diabasmasse, die dem Mandelstein am Vaal gleicht (also *Molengraaffs* Witwatersrandmandelstein), liegt westlich von Griquatown, ist steil aufgerichtet und anscheinend gefaltet, während die Doornbergschichten diskordant darüber fortgehen. Diese Lagerung spricht für *Molengraaffs* Auffassung von dem hohen Alter des Mandelsteins und der Witwatersrandschichten.

Die Doornbergschichten sind als Campbellsrand- und Griquatownschichten entwickelt, erstere chalcedonreiche Dolomite und Kalksteine, die aber auch mit dunkelroten Schiefertonen und schieferigen Kalksteinen vergesellschaftet sind. Dagegen werden Quarzite als liegendstes Glied nicht erwähnt.

Die Griquatownschichten folgen konkordant, aber in sich gefältelt, in den Asbestosbergen über der mächtigen Kalksteindecke des Campbellsrandes. Zu ihnen möchte ich auch die eisenreichen Jaspisschiefer und Hämatitschiefer der Rooikop- und Matsapberge rechnen, die *Stow* anscheinend bereits zu den Matsapschichten stellt und die folgende Formation der

Matsapschichten oder vielleicht besser Langebergschichten mit den Breccien der Langeberge beginnen lassen. Letztere liegen nach *Stows* Beobachtungen konkordant auf den Griquatownschichten. Während aber diese und die Kalksteine schwach nach Süden geneigt sind, sind die Matsapschichten der Langeberge stark gefaltet und zu langen Gebirgsketten zusammengeschoben, durch Druck aus Nordwest, wie *Stow* meint.

Das Streichen ist bei Kheisschichten und Langebergschichten anscheinend gleichmäßig Westsüdwest-Ostnordost bis Südwest-Nordost.

Die Kalksteindecke setzt sich nach Nordwest hin fort, bildet im ganzen Distrikt von Kuruman die Oberfläche der Ebene und verschwindet schließlich unter dem Kalaharisand.

Stow erwähnt auch häufig Konglomerate, die er mit seinen Backhousekonglomeraten vergleicht. Letztere sind nach ihm diluviale Glazialablagerungen. Diese Auffassung ist sicher unrichtig. Er wirft, wie ich glaube, zwei Arten von Konglomeraten, resp. Breccien zusammen, einmal alte Moränenbildungen aus der Dwykazeit, sodann jüngeren verkitteten Schutt. Auf letzteren werden wir noch später ausführlich eingehen. Auf dem Kaapplateau gehört zu glazialen Moränen der Dwykazeit wohl nur eine Konglomeratmasse, die *Stow* am Rande

des Plateaus eingeklemmt fand. Alle andern Breccien auf dem Plateau dürften anderer Entstehung sein.

Die Parallelstellung der Schichten in Westgrikwaland mit den bekannten Formationen kann nicht schwer fallen.

Die Kheisschichten hat schon *Dunn* mit den Malmesburyschichten identifiziert, wohl mit Recht.

Die Doornbergschichten entsprechen den Lydenburger Schichten. Der an Chalcedon reiche Kalkstein ist unverkennbar Malmanidolomit, und die unter ihm liegenden Quarzite, die in den Doornbergen 200—2000 Fuß Mächtigkeit haben, sind den Blackreefschichten gleichzustellen. Auffallenderweise scheinen sie aber am Campbellsrand zu fehlen, wie ja auch weiter nördlich in der Südlichen Kalahari der Kalkstein direkt auf Granit, im Westen am Unteren Oranje aber auf Gneiß liegen soll.

Die Griquatownschichten entsprechen den Pretoriaschichten. Ihr petrographischer Charakter ist wohl etwas abweichend, da sie vorwiegend als eisenreiche Jaspisschiefer entwickelt sind, allein einmal sind auch die Pretoriaschichten der Magaliesberge oft sehr eisenreich — *Molengraaff* [108] erwähnt in ihnen direkt Sandsteine mit Magnetitzement, die gute Eisenerzlagerstätten seien — sodann aber ist der Kieselsäuregehalt der Griquatownschichten lediglich sekundär; ursprünglich lagen Schiefertone und wohl auch Mergelschiefer vor. Auf diese Verkieselungen kommen wir später (Kap. XXXIV) noch eingehend zurück.

Die Matsap- oder besser Langebergschichten sind nun aber eine Ablagerung, die der petrographischen Beschreibung nach zu urteilen eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Watebergsandstein hat. Die Übereinstimmung beruht auf folgenden Merkmalen:

1) Die Sandsteine sind jünger als die Pretoriaschichten, älter als die Karroschichten.

2) Sie beginnen mit einer Breccie aus eckigen, subangularen und runden Stücken älterer Gesteine. Nach *Molengraaff* sind letztere Bestandteile der Primärformation. Allein könnten nicht die von ihm erwähnten Jaspis- und Magnetitschieferstücke den Pretoriaschichten angehören? In Westgrikwaland setzt sich die Breccie jedenfalls aus Bruchstücken der Griquatownschichten zusammen.

3) Eckige Gesteinsstücke, denen in der liegendsten Breccie entsprechend, finden sich vereinzelt durch die ganze Sandsteinmasse hin unregelmäßig verteilt.

4) Die Sandsteine sind grobkörnig und wechseln die Farbe von hell- bis dunkelrot. Oft sind sie gefleckt. Im allgemeinen fällt ihre rote Farbe sehr auf.

Diese den Pretoriaschichten folgenden Sandsteine möchte ich unter dem Namen Basisbreccien-Schichten zusammenfassen. Ihr Alter ist, wie bereits erwähnt, nur relativ bekannt. Sie sind älter als das Glazialkonglomerat — denn dasselbe enthält in Westgrikwaland Blöcke der Langebergsandsteine —, aber vor ihrer Ablagerung waren die Lydenburger Schichten bereits verfestigt und tektonisch beeinflußt worden; denn sonst könnte die Basisbreccie nicht Bruchstücke der bereits silifizierten Griquatownschichten enthalten. Sie wurden später aber selbst stark gefaltet und zwar vor der Glazialzeit der Karroschichten.

Man könnte daran denken, daß die Basisbreccien-Schichten mit dem Tafelbergsandstein identisch sind. Das dürfte recht zweifelhaft sein; jedenfalls wären sie dann immer noch früher gefaltet worden als die Kapschichten.

Denkbar ist es aber auch, daß die Basisbreccie dem Cangokonglomerat entspricht. Denn dasselbe liegt über den Schiefern mit den Kalkstein-Dolomiteinlagerungen (Olifantsklip) und enthält Rollstücke dieses Kalksteins. Dann wäre also wohl auch das Konglomerat der Ibikwaschichten Basiskonglomerat und die meist dunkelroten Sandsteine und Schiefer jener würden den roten Sandsteinen über der Basisbreccie entsprechen.

Ich glaube, daß die Basisbreccien-Schichten ihrer Stellung und noch mehr

ihrer Entstehung nach den Geologen noch viel Kopfweh bereiten werden, bevor man zu einer sicheren Auffassung gelangen wird. Sie machen mehr den Eindruck kontinentaler als mariner Bildungen. Das Auftreten von Kriechspuren und Wellenfurchen in den Ibikwaschichten spricht sicher nicht gegen solche Auffassung.

Über den geologischen Aufbau des Gebiets westlich von Mafeking sind wir durch *Penning*[109]) unterrichtet worden.

Das Grundgestein besteht aus Granit, auf dem Malmanidolomit — a series of hard siliceo-calcareous beds — liegt. Dieselben fallen mit schwacher Neigung nach Westen ein und werden von eisenreichen, sehr magnetischen und stark veränderten Schiefern überlagert — Griquatownschichten. Dieselben bilden eine Reihe von Bergketten von Madebing über Honing Vley nach Sekeleke.

Direkt westlich von diesem „Krantz" von Bergen folgt die Ebene des Kalaharisandes, aus dem jenseits des Molopo eine Reihe von Bergen aus harten Quarziten — Langebergschichten (?) — aufragt. *Penning* vermutet, daß unter dem Sand zwischen den Bergketten Schiefer, Sandsteine und Quarzite liegen.

Lassen sich die geologischen Schichten dieses Gebiets ganz gut mit denen von Westgrikwaland und Transvaal identifizieren, so versagen unsere Kenntnisse von dem Mittleren und Nördlichen Betschuanaland vollständig. In einem kleinen Aufsatz[110]) habe ich eine Zusammenstellung unserer Kenntnisse über Betschuanaland zu geben versucht, ohne *Molengraaffs* letzte Arbeit zu kennen, sonst hätte ich damals bereits manche Gesteine besser identifizieren können.

Das Mittlere Betschuanaland besteht aus Gneiß und Granit, die aber durch Auflagerungen jüngerer Sedimentärgesteine meist verborgen sind. Alte Granite und Gneiße fanden sich in drei Gebieten, bei Ramatlabama nördlich von Mafeking, bei Gabrones und am Makalapsifluß. Tonschiefer, vermutlich der Swasischichten, fanden sich westlich von Aasvogelkop steil aufgerichtet.

Den Lydenburger Schichten gehört sicher der Dolomit von Ramutsa an. Die westlich von diesem Ort liegenden Quarzit- und Sandsteinschieferketten entsprechen den Pretoriaschichten, den Blackreefschichten aber wohl die den Tonschiefern aufgelagerten Konglomerate und Quarzite von Aasvogelkop, die der Kette bei Ssikuani und vielleicht der Quarzit zwischen Ramutsa und Gabrones am Notwanefluß.

Ganz unsicher ist die Stellung des roten Limpoposandsteines, in dem *Hübner* Abdrücke von Blättern fand.[111]) Es scheint fast, daß sie zu der Fazies der Karroschichten gehören, wie sie im Matabeleland und Sambesigebiet entwickelt ist. Dem roten Granit *Molengraaffs* entspricht höchst wahrscheinlich der rote Granit zwischen Ramatlabama und Pitsani und der Syenit am Limpopo südlich von Palla.

Die Mangwatoschichten[112]) setzen das Land zwischen Palapye und dem Kalahariplateau zusammen und bilden auch das Fundament des letzteren. Sie zerfallen in 4 Stufen:

Palapyesandstein, grobe quarzitische Sandsteine und Konglomerate.

Lotsanischiefer, rote feinkörnige und tonige Sandsteine, Sandsteinschiefer und Schiefertone.

Ssakkesandstein, rote, z. T. kalkhaltige, feine, mürbe Sandsteine.

Loalemandelstein, dichte schwarze Diabase und rotbraune Mandelsteine mit Calcit und Zeolithdrusen.

Der Mächtigkeit nach ist nur der Mandelstein annähernd bestimmbar, nämlich 100—150 m mächtig. Für die andern Ablagerungen fehlt jeder Anhalt, sie dürften aber ziemlich mächtig sein, der Palapyesandstein wohl mindestens 200—300 m.

Bezüglich der Gliederung kann man mit Sicherheit folgendes sagen.

Die jüngste Ablagerung ist der Mandelstein, unter ihm liegt konkordant anscheinend der Ssakkesandstein. Unter diesem — unbekannt, ob konkordant oder diskordant — die Lotsanischiefer.

Bevor wir zu der Frage übergehen, welche Stellung die Mangwatoschichten einnehmen, müssen wir die Untersuchungen von *Molyneux*[113]) kennen lernen.

Gehen wir vom Sambesi aus, so stoßen wir zunächst auf eine mächtige Ablagerung von Sandsteinen mit Kreuzschichtung, Quarziten und Schiefertonen, die Sijariraschichten, ca. 2000 Fuß mächtig. Dieselben bilden einen ca. 400 m hohen Plateaurand gegen den Sambesi hin. Über diesen Sandsteinen lagern die Matobolaschichten, 800 Fuß mächtig, Schiefertone, Kalksteine, Kohlenflöze, mit einer Einlagerung grobkörniger Sandsteine, und Konglomerate, den Busséschichten. Letztere enthalten Ganoiden (Acrolepis Molyneuxi), jene Zweischaler der Karroformation und des russischen Perm, nämlich eine Palaeomutela-Art. Diese kohlenführenden Schichten setzen die Zone der Kohlenfelder von der Einmündung des Busse in den Sambesi bis Wanki zusammen. Im Süden werden sie von einem Steilrand begrenzt, der aus grobkörnigen Sandsteinen mit eckigen Gesteinsstücken besteht und von den Mafungabusibergen im Osten bis Wankis Dorf im Westen hinstreicht. *Molyneux* nennt sie „Escarpment-grits“ (400 Fuß), die von weichen roten Sandsteinen überlagert werden — Forrest sandstones (1000 Fuß). Bei Bulowayo liegen schließlich als Reste einer Sandsteindecke die Thaba Sinduna-Schichten.

Die beiden letzteren Formationen werden von vulkanischen Gesteinen durchbrochen, die Gänge, Decken und Zwischenlager bilden.

An der Bahnlinie von Palapye nach Bulowayo sind die Matobolaschichten mit Kohlen an zwei Stellen nachgewiesen worden. Sie liegen auf Gesteinen der Primärformation. Das nördliche Vorkommen bei Sisi Siding besteht aus feinen Sandsteinen und Schiefern mit Pflanzenresten, und zwar Glossopteris Browniana.

Dieselben Schichten treten südlich der Station Palapye auf und sind durch ein 778 Fuß tiefes Bohrloch erschlossen worden. Das Bohrprofil ist sehr interessant:

Sandsteine	113 Fuß.
Sandige Schiefertone	415 „
Schwarze Schiefertone	211 „
Olivenfarbener Schlammstein	31 „
Konglomerat	8 „
Roter Granit	Basis.

Diese Samkotoschichten *Molyneux'*, die diskordant von den Karroschichten überlagert werden, sind nach *Molyneux'* Karte zu urteilen identisch mit den Lotsanischiefern.

Die Sandsteine, die das Tschapongplateau zusammensetzen, gehen Tafelberge bildend über den Limpopo nach Transvaal hinein — eine wichtige Notiz.

Molyneux folgert aus seinen Beobachtungen, daß eine einheitliche Formation vom Alter der Karroschichten mit dem Sijarirasandstein beginne und mit dem Forrest- resp. Thaba Sindma-Sandstein abschließe. Diese Formation läge diskordant auf Gesteinen der Primärformation, aber auch diskordant über den Samkotoschichten, die zwischen Karro- und Primärformation stehen müssen und ihrer Verbreitung bei Palapye auf *Molyneux'* Karte entsprechend mit den Lotsanischiefern identisch sind. Das jüngste Glied sind die vulkanischen Ergüsse, namentlich bei Tuli.

Ich möchte hier die Frage aufwerfen, ob nicht *Molyneux'* Beobachtungen anders zu erklären sind, und stelle zunächst folgendes fest.

Die zweifellosen Karroschichten — Matobolaschichten — kommen im Süden (Sisi Siding, Mapani Pan, Limpoposenke) ohne liegende Sandsteine (Sijariraschichten) vor, ruhen vielmehr direkt diskordant auf den älteren Formationen.

Die Schichten im Bohrloch bei Mopane Pan, südlich Palapye, scheinen petrographisch den Karroschichten der Kolonie zu gleichen. Konglomerate

liegen unten, olivengraue „Mudstones" darüber — so werden die Tone der Dwykaschichten oft genannt. Schwarze Schiefertone sind aber gerade für die Ekkaschichten charakteristisch.

Sollten etwa permische Glazialbildungen vorliegen?

In den Forrestsandsteinen ist bisher nach *Molyneux* kein Fossil gefunden worden. Sie dürften aber identisch sein mit den Sandsteinen, die nach *Hübner* in derselben Gegend verkieseltes Holz und sog. „Bohrmuschellöcher" enthalten,[114]) könnten also sehr wohl auch der Karroformation angehören.

Die feinen roten Forrestsandsteine könnten mit dem Ssakkesandstein identisch sein, der ihnen der Beschreibung nach petrographisch ähnlich ist und gleichfalls von vulkanischem Gestein durchbrochen und überlagert wird.

Die „Basalte" des Matabelelandes, die oft genug Mandelsteincharakter tragen, dürften dem Loaleaphanit und -Mandelstein entsprechen, das also sicher ein Postkarro-Eruptivgestein wäre. Aus derselben Zeit und vielleicht als letzte Äußerungen der Eruptivperiode wären dann die Vulkane des Tuligebiets aufzufassen, und auch bei Wanki sollen nach einer nebenbei gefallenen Bemerkung *Molyneux'* „erloschene Krater" vorhanden sein.[115])

Sehr zweifelhaft erscheint mir die Zurechnung der Sijariraschichten und der Escarpment Grits zur Karroformation. Die Beschreibung *Molyneux'* von diesem Gestein am Djombifluß: „2000 feet of angular gravel, composed of quartz, jasper, banded ironstone, and slate with numerous agates", ferner das Profil am Lubu, das mit „angular grey conglomerate" (d. h. also Breccie) beginnt, die Charakterisierung der Escarpment Grits als „coarse red, incoherent sandstone, containing subangular pebbles of jasper, banded ironstone, quartz etc., which either occur in irregular layers or scattered singly or in groups throughout the grit". — Diese Beschreibung stimmt so völlig mit der überein, die *Molengraaff* von dem Waterbergsandstein gibt, daß es mir sehr wahrscheinlich erscheint, daß die Escarpment Grits und die Sijariraschichten mit ihm identisch sind. Ist das der Fall, so liegen die Matobolaschichten — d. h. die echten Karroschichten — in einer Verwerfung zwischen Mauern des Sijarira- (Waterberg) Sandsteins. Das Profil *Molyneux'* (auf Tafel XIX, Fig. 1, zweite Hälfte) würde solcher Auffassung ganz gewiß nicht widersprechen, und der auffallende Graben, in dem die Kohlenlager liegen, ist auch auf *Molyneux'* Karte[116]) deutlich erkennbar.

Es scheint, daß *Molyneux* die Quarzite des Tschapeng-Plateaus — Palapyesandstein — auch zu der Karroformation stellt, d. h. für Sijarirasandstein hält. Ich selbst bin jetzt geneigt, dieselben mit dem Waterbergsandstein zu identifizieren, um so mehr, als sich derselbe in Form von Tafelbergen über den Limpopo nach Transvaal hineinzieht. Dieselben stellen also auch räumlich ein Bindeglied zwischen dem Waterbergsandstein einer- und Sijarirasandstein, resp. Escarpment Grits des Sambesi andererseits vor.

Unmöglich ist zunächst die Entscheidung der Frage, ob in dem Forrestsandstein, wie es fast den Anschein hat, zwei verschiedene Sandsteine stecken, nämlich der liegende Sijarirasandstein der Basisbreccien-Schichten und ein Sandstein der Karroformation mit verkieseltem Holz, das ja *Hübner* fand. Auch bleibt es unsicher, ob der Ssakkesandstein diesem oder jenem entspricht.

Was nun die Stellung der Lotsanischiefer (Samketoschichten) betrifft, so habe ich sie früher mit den Bokkeveldschichten = Malmanidolomit zu identifizieren gesucht, seitdem aber meine Ansicht dahin geändert, daß sie die größte Ähnlichkeit mit *Molengraaffs* Pretoriaschichten haben. Mit solcher Gleichstellung würde die Auffassung gut stimmen, daß der Palapyesandstein dem Waterbergsandstein entspricht. Natürlich können erst eingehendere Untersuchungen an Ort und Stelle Klarheit schaffen.

Wenn aber auch meine Auffassung der Mangwatoschichten sich völlig geändert hat, so möchte ich doch heute noch die Auffassung vertreten, die ich

in dem Aufsatz über die Geologie des Betschuanenlandes ausgesprochen habe, nämlich, daß sich das Kalahariplateau aus einem System verworfener Schollen alter sedimentärer Formationen mit Aufbrüchen noch älterer Gesteine der Primärformation zusammensetzt und daß die Berge, die sich zwischen dem Kalahariplateau und dem Limpopoplateau aus der Ebene erheben, Reste des ehemals weiter nach Osten vorgeschobenen Plateaus sind. Mit dem Sijarirasandstein sind wahrscheinlich identisch die Sandsteine, die sich auf dem rechten Ufer des Luéssi hinziehen, während auf dem linken Ufer eine gewaltige Mandelsteinmasse liegt, die anscheinend mit dem Loalemandelstein, sowie den „Basaltdecken" des Matabelelandes identisch ist und sich, wie wir sehen werden, weit nach Nordwesten am Sambesi und Kwando entlang hinzieht.

Ein Wort noch von dem Alter der kohlenführenden Schichten. Außer echten Karroschichten mit Glossopteris, Acrolepis und Palaeomutela ist im Tatidistrikt auch Calamites gefunden worden, der dem europäischen C. approximata ähnelt, — ein Hinweis auf oberkarbonisches Alter. Aus dem Sengwe-Kohlenfeld südlich des Sambesi stammen ferner Reste von Sigillarien. Es scheint also im Matabeleland Oberkarbon und Perm vorhanden zu sein, indes läßt *Newell Arber*[118], der die von *Molyneux* gesammelten Pflanzen bearbeitet hat, die Frage noch offen. Man gewinnt aber doch den Eindruck, daß einst ein oberkarbonisch-permisches und vielleicht noch triassisches (Beaufortschichten) Becken bestanden hat, das vom nördlichen Transvaal über ganz Ostafrika und wohl auch ins Kongobecken — Kundelungusehichten (Seite 77) — hinein gereicht hat, und zwar anscheinend in einer von den Karroschichten der Kapkolonie abweichenden Fazies.

6) Das Batokahochland und Kafue-Loangwaplateau.

Von dem Matabelehochland setzt sich das Randgebirge, dem Verlauf der Küste folgend, nach Nordosten fort, und zwar im Schire-Nyassa-Hochland. Aber zwischen beiden liegt ein tiefer Einbruch — vielleicht auch ein System von Einbrüchen —, in denen die Karbonschichten von Tete erhalten geblieben sind.

Die innere Hochfläche setzt sich, am Sambesi ebenfalls durch Einbrüche mit den Sijarira- und Matoholaschichten unterbrochen, als Batokahochland und Kafue-Loangwaplateau nach Norden hin fort.

Nach *Livingstone* besteht das Batokahochland aus einem zentralen Granitmassiv, an das sich steil aufgerichtete krystalline Schiefer anlegen, nämlich hauptsächlich Glimmerschiefer, Quarz- und Sandsteinschiefer, ferner nach *Holub*[119] Amphibolite, Talk- und Chloritschiefer. *Livingstone* erwähnt auch Dolomit[120], rosa Marmor[121] und Gesteine mit Cyanit, Disthenen und Turmalin.

Aber auch jüngere Sandsteine kommen vor. So erwähnt *Livingstone*[122] einen Wald verkieselter Bäume, und zwar Coniferen vom Typus der Araukarien nahe der Einmündung des Kafue in den Sambesi, also wohl Karroschichten.

Über die Geologie des Kafuegebiets hat ferner *Grey*[123] einige Notizen veröffentlicht. Er bestätigt das Auftreten krystalliner Schiefer am Südrand des Batokaplateaus. Weiterhin nach Norden verdecken horizontal liegende Sandsteine — Karro- oder Sijariraschichten? — die älteren Gesteine. Eisenschüssige Konglomerate sind sehr verbreitet, eisenschüssige Sandsteine bilden vereinzelte Berge. Sehr interessant ist aber vor allem das Auftreten ausgedehnter Lager von krystallinem Kalkstein. Letzterer weist entschieden auf den Kalkstein der Lydenburger Schichten hin, der weiter nördlich, im Katangagebiet, sicher auftritt. Auch *Selby*[124] erwähnt aus dem Gebiet des Oberen Kafue viel Kalkstein.

Es ist, wie wir sehen werden, sehr wohl möglich, daß das Kafuegebiet noch zur nördlichen Kalahari gehört, und wir werden es daher noch einmal genauer besprechen. Hier sei nur erwähnt, daß es allmählich in den Höhenzug der Kongowasserscheide übergeht, die im Gebiet der Kafuequellen 1220—1500 m erreicht.

Nördlich des Unteren Kafue, der in einer ca. 240 km langen, 30—50 km

breiten Ebene, anscheinend einem alten Seeboden, in 945 m (3100 Fuß) Meereshöhe fließt, um dann sehr schnell zu dem nur 460 m hohen Sambesi abzustürzen, steigt das 1500 m hohe Muschinga-Hochland, ein Teil des Kafue-Loangwa-Plateaus, an. *Thomson*[125]) hat uns mit dem Bau desselben in großen Zügen bekannt gemacht. Südlich des Bangweolo besteht es aus Granitmassiven, die von einem Mantel metamorpher Schichten, wie Gneiß, Tonschiefern, Quarziten umgeben sind. In den Ebenen des Bangweolo, Loangwa und Lukossascha liegen dagegen jüngere Sandsteine, Schiefertone, Tone mit fossilen Baumstämmen. Diese Schichten sind an den Rändern der Massive mitgehoben und gefaltet. Ihr Alter ist zwar nicht bekannt, allein das Vorkommen fossiler Hölzer erweckt den Verdacht, daß sie mit den früher erwähnten Karrosandsteinen des Sambesigebiets und des Matabelelandes identisch sind.

Die Granitstöcke erreichen Höhen von 1525 m (5000 Fuß) und ragen z. T. als steile, kahle Dome und Grate empor (z. B. die Vinbeberge). Das Streichen der Massive scheint Südwest-Nordost bis Süd-Nord zu sein.

Sehr wichtig und interessant ist das Auftreten jung vulkanischer Gebilde im Gebiet der Wasserscheide zwischen Kafue und Lualaba. *Capello* und *Ivens*[126]) haben aus jener Gegend Phonolithe mitgebracht, und jetzt wird auch ein erloschener Krater[127]) — Tschilungwe — beschrieben, von 300 Yards Durchmesser und mit wohlerhaltener Umrandung. Ein 250 : 180 Yards großer grüner See bedeckt den Boden. Wird man auch Nachrichten über Vulkane und vulkanische Gesteine von seiten englischer Prospektoren stets mit einigen Fragezeichen versehen, so ist diese Beschreibung mit Rücksicht auf das Vorkommen von Phonolithen in dem gleichen Gebiet und mit Rücksicht auf die gewaltigen jung-vulkanischen Ausbrüche weiter nordöstlich entschieden beachtenswert.

7) Die Wasserscheide zwischen Kalahari und Kongobecken.

Auch über dieses Gebiet sind unsere bisherigen Kenntnisse mehr als mangelhaft. Das Hochland aus Bihé scheint hauptsächlich aus Granit zu bestehen. *Cameron*[128]) erwähnt aber auch flach gelagerte Sandsteine. Nach Osten hin im Quellgebiet des Kwansa, Kwito und Kwando schließen sich an dasselbe Tonschiefer in steiler Lagerung[129]) an.

Über die Wasserscheide östlich des Dilolosees hat *Lemaires*[130]) Expedition Aufschluß gebracht. Wohl bedeckt am Dilolo Sand zum großen Teil das Land, nur ein Hügel aus Brauneisenstein ragt aus dem Sand auf, allein nach Osten hin, wo die Wasserscheide ausgeprägter wird und einen richtigen Kamm bildet, werden verschiedenartige Gesteine erwähnt. So liegen an der Lukuleschiquelle weiche Sandsteine horizontal, die einen 70 Fuß hohen Wall bilden, nebst grünlichen Schiefern, Brauneisenstein und Quarzgeröll. Jenseits der Lubudiquelle hört der Sand auf. Steil stehende Schiefer beginnen. Oft werden Kieselfels, viel Eisen und rote Schiefer mit Eisenerzgängen erwähnt. Dann aber treten in großem Umfang blaugraue Kieselschiefer, kieselreiche Kalksteine mit Höhlenbildungen auf. So besteht das Pambagebiet ausschließlich aus solchen Kalksteinen, die der petrographischen Beschreibung nach sehr stark an den Malmanidolomit erinnern.

Zu irgend welcher klaren Auffassung der Verhältnisse kommen wir nicht. Es mögen Gesteine der Primärformation und Äquivalente der Lydenburger Schichten ein ehemaliges Gebirge zusammensetzen, die flach lagernden Sandsteine aber den Kundelungu- oder Lubilaschschichten entsprechen. Dann würde wenigstens der Bau mit dem des Katangagebiets übereinstimmen.

8. Die Geologie des Kongobeckens.

An der Hand der sehr klaren Darstellung *Cornets*[131]) seien hier die Grundzüge der Geologie des Kongobeckens kurz erörtert, da die Ablagerungen des

Kongobeckens in mancher Hinsicht von großem Interesse sind, im Vergleich mit denen der Kalahari.

Cornet unterscheidet fünf große Gruppen von Ablagerungen.

A) Das Archaikum.

Granite, Gneiße, Glimmerschiefer, Amphibolite, Turmalinschiefer, Grünschiefer, Granulite, Quarzglimmergesteine, Quarzite — diese Gesteine umrahmen das Kongobecken. Sie liegen zwischen Boma und Kamansoki an der Küste, ziehen sich nach Norden und Süden über den Kongo fort, sind im Katangadistrikt in den Bia- und Hakanssonbergen von *Cornet* direkt untersucht und nach Literatur und Proben in den Randgebieten des südlichen, östlichen und nördlichen Kongobecken nachgewiesen worden.

B) Die metamorphischen Schichten der Primärformation.

Cornets Primärformation ist nicht identisch mit der bisher so genannten Schichtenreihe, vielmehr versteht er darunter Formationen, die er für paläozoisch inkl. Präcambrium und Cambrium, hält.

Im Katangadistrikt unterscheidet er eine große Anzahl von Schichten, die er mit folgenden Formationen vergleicht:

Nzilo- und Lufuboschichten nebst den Quarziten der Kateteschichten	Präcambrium
Lufupa- und Kissolaschichten	Cambrium
Moaschiaschichten	Silur.

Fossilien wurden nirgends gefunden, und die Identifizierung ist daher mehr als unsicher. Von dem Archaikum sollen sie aber im Katangagebiet deutlich unterschieden sein. Die Moaschiaschichten (Silur) sind sehr wenig oder gar nicht metamorphosiert, enthalten dicke Kalksteinlager und oolitische Kieselgesteine und Konglomerate mit Geröllen von Granit, Gneiß und archaischen Quarziten. Sie sind also sicher jünger als das sogenannte Cambrium und Präcambrium, deren Gesteine denn auch petrographisch sehr abweichen. Denn sie setzen sich aus Phylliten, Tonschiefern, Chloritschiefern, Amphiboliten und anderen krystallinen Schiefern zusammen. In dem Cambrium machen sich auch intrusive Granitmassive mit starker Kontaktmetamorphose bemerkbar. Warum aber diese Gesteine jünger sein sollen als die archaischen, geht aus *Cornets* Darstellung nicht hervor. In seinem bereits 1894 veröffentlichten Aufsatz über das Katangagebiet führt er eine beträchtliche Zahl verschiedener Gruppen auf, die er z. T. miteinander identifiziert, und zwar unterscheidet er Faziesbildungen von metamorphosierten Gesteinen in der Umgebung der Granitmassive und von nicht metamorphosierten in größerer Entfernung. So sollen die Lufupaschichten die metamorphische Fazies der Kabeleschichten sein, die Mongaschichten den Kateteschichten entsprechen. Die große Zahl der unterschiedenen Formationen ist nicht nach so großen Gesichtspunkten geordnet, wie in der zusammenfassenden Darstellung vom Jahr 1898. *Cornet* scheint also nicht an Ort und Stelle, sondern später erst ein System in die zahlreichen Einzelvorkommen gebracht zu haben. Seine Zusammenfassung mag richtig sein, immerhin bleibt sie unsicher, weil sie durch keine Fossilienfunde gestützt ist.

Man ist um so mehr berechtigt, hinter seine Gliederung des Katangagebiets vorläufig ein Fragezeichen zu machen, als *Cornet* am unteren Kongo nicht imstande gewesen ist, die archaischen und metamorphischen Gesteine überhaupt zu trennen, vielmehr beide ohne nachweisbare Diskordanz ganz allmählich ineinander übergehen.

In den von *Cornet* nicht untersuchten weiten Gebieten, in denen alte kry-

stalline Gesteine wahrscheinlich vorkommen, ist eine Gliederung in mehrere Formationen natürlich erst recht nicht möglich.

C) Die nicht metamorphen Gesteine der Primärformation.

Diese Gruppe beginnt mit mächtigen Konglomeratlagern aus Geröllen der metamorphen Gesteine und geht über in Kalksteine und Kalkschiefer, die z. T. ausgiebig verkieselt sind und aus Jaspis, Chalcedon und Hornstein bestehen — Bildungen, die wir noch ausführlich kennen lernen werden (Kap. XXXIV). 5 Glieder hat *Cornet* unterschieden. Diese Schichten sind am Unteren Kongo gegen die älteren Gesteine stark gefaltet, aber nach Osten hin glätten sich die Falten, die Nord-Süd streichen, aus.

Im Katangagebiet finden sie sich in zwei Zonen. Eine südöstliche besteht aus den Katete- und Kasembeschichten nebst den anscheinend noch jüngeren Bassangaschichten. Die nordwestliche Zone umfaßt die Landschaft Urua und besteht aus den Lubudischichten. Kalksteine, Kalkschiefer, Jaspis, Chalcedongesteine nebst Tonschiefern und Sandsteinen setzen sie zusammen.

Alle diese Schichten sind steil aufgerichtet und gefaltet. Sie streichen in den verschiedenen Regionen verschieden, nach Nord-Süd, Nordwest-Südost oder Ostsüdost-Westnordwest.

Kalksteine, die anscheinend diesem System angehören, finden sich im Süden im Gebiet des Oberen Kwango und an der Küste (Kupferminen von Bembe) am Kuilu-Nyadi, im Ubangi-Uellegebiet und am Itimbiri-Rubi.

Cornet hält alle diese nicht metamorphischen Gesteine für devonisch, ohne daß jedoch irgend welche Petrefakten gefunden wären.

D) Die postprimären Schichten.

Die Gruppen A—C bauen das Fundament des Kongobeckens auf, die Gruppe D aber lagert horizontal auf jenen. Es sind mächtige Ablagerungen von Sandsteinen, die z. T. feldspathaltig sind und die *Cornet* für Bildungen in Seebecken auf dem Festlandssockel hält. Sie zerfallen in zwei Stufen.

1) Die Kundelungusehichten.

Tiefrote Sandsteine und Grauwacken, in denen zwei Unterabteilungen erkennbar sind. Das Alter ist vielleicht triassisch.

a) Mpiokaschichten.

Rote Schiefertone und Sandsteine ohne Gerölle. Sie treten nur am Unteren Kongo auf dem rechten Ufer des Lukungatals auf und neigen sich nach Osten unter die Inkissischichten hinab. Sie enthalten Quarzgänge im Gegensatz zu dieser oberen Stufe.

b) Inkissischichten.

Rote Sandsteine mit Geröllen, namentlich in den liegendsten Schichten auf der Basis.

Zwischen beiden besteht wahrscheinlich Diskordanz.

Die Kundelungusehichten sind am Unteren Kongo zwischen dem Lukungatal und dem Stanleypool in typischer Zweiteilung entwickelt, ferner bilden sie im Katangagebiet das Kundelungu- und Manikaplateau zu beiden Seiten des Lualaba. Dort ist die Zweiteilung nicht deutlich, und außerdem treten in den oberen Partien starke und regelmäßige Kalksteinlager auf.

Die Kundelungusehichten finden sich sonst noch am Luembe, Lukuga, Tanganyika, zwischen Nyangwe und den Stanleyfällen, im Ubangi-Uellegebiet. Sie waren starker Erosion unterlegen und z. T. disloziert, als sich die jüngeren Lubilasch ablagerten.

2) Die Lubilaschschichten.

Weiße, zerreibliche, sehr reine Sandsteine, mit auffallender Kreuzschichtung und welliger Bankung. Bemerkenswert sind Verkieselungen — grès polymorphes — die später ausführlich behandelt werden sollen. Die Lubilaschschichten nehmen das ganze innere Becken ein. Am Untern Kongo beginnen vereinzelte Reste schon auf dem Mfufuberge.

E) Rezente Alluvien.

Ablagerungen in einem letzten Seebecken aus jüngster Zeit, in die sich die heutigen Flüsse selbst eingegraben haben.

Cornet unterscheidet drei Perioden der Gebirgsbildung:

1) nach dem Archaikum,
2) nach der Silurzeit,
3) nach dem Devon.

Der Vergleich dieser Dislokationsperioden mit der huronischen, der caledonischen und hercynischen Faltung war für ihn der Hauptgrund zur Annahme eines archaischen, silurischen und devonischen Alters der betreffenden Schichten.

Vergleich der Formationen des Kongogebiets mit denen Südafrikas.

Bei dem Mangel an Fossilien ist eine sichere Identifizierung nicht möglich. Man muß sich begnügen, nach petrographischen Merkmalen Wahrscheinlichkeitsdignosen zu stellen.

Am wahrscheinlichsten möchte mir die Übereinstimmung der „nicht metamorphischen Primärformation" mit den Lydenburger Schichten, speziell dem Malmanidolomit allein sein. Wie noch ausführlich dargelegt werden soll, stimmt der petrographische Charakter beider gut überein.

Nehmen wir also an, die nicht metamorphen Gesteine entsprächen den Lydenburger Schichten. Dann würden alle älteren Formationen vom sog. Silur an aufwärts der südafrikanischen Primärformation entsprechen. Die Gesteine würden gut dazu passen. Denn nicht nur Granite und hochkrystalline Sedimentärgesteine, sondern auch Kalksteine, Sandsteine, Grauwacken von rein klastischer Beschaffenheit werden in Südafrika zur Primärformation gezählt.

Interessant ist es, daß *Cornet* mit Bestimmtheit das Auftreten einer „silurischen" Formation annimmt, die Geröll älterer Gesteine enthalten soll. Ob auch in Südafrika die Primärformation mehrere verschiedene Formationen mit verschiedenen Dislokationsperioden zusammenfaßt, ist ja möglich, vorläufig aber noch nicht nachgewiesen. So wäre es z. B. sehr wohl denkbar, daß die Witwatersrandschichten, die ja nach *Molengraaff* diskordant unter den Lydenburger Schichten liegen, aber im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Vorkommen der Primärformation auffallend flach lagern, ein jüngeres Glied der Primärformation sind. Solche Annahme wäre aber bis jetzt nur Vermutung.

Vielleicht liegen die Verhältnisse aber in Katanga doch anders. So mißlich es auch ist, vom Schreibtisch aus Beobachtungen im Felde zu kritisieren, so kann ich doch einen leisen Zweifel nicht unterdrücken, ob *Cornet* [112] seine Beobachtungen richtig gedeutet habe. Ich möchte nämlich glauben, daß die Moaschiaschichten (= Silur) identisch sind mit den Kateteschichten = Devon aus folgenden Gründen:

a) Die Moaschiaschichten sind so wenig aufgeschlossen, daß sie auf *Cornets* Karte überhaupt nicht zur Darstellung gelangt sind, befinden sich aber bei Moaschia innerhalb eines ausgedehnten Gebiets von Kateteschichten.

b) Petrographisch besteht der Beschreibung nach große Ähnlichkeit zwischen beiden Formationen, indem außer Sandsteinen, Schiefern und Quarziten in großem Umfang Kalksteine in Form von festen Bänken und Schiefern mit Verkieselungen

— Hornstein, Jaspis — entwickelt sind. In beiden Formationen finden sich Kupfererze, beide beginnen mit Konglomeratmassen.

c) Streichen der Moaschiaschichten ist O. 25° S., das der Kateteschichten O. 10° S. bis O. 50° S., meist O. 40° S. Ein auffallender Gegensatz im Streichen besteht also wohl nicht.

Sollten also nicht die Moaschiaschichten doch mit den Kateteschichten identisch sein? Dann beständen die gleichen Verhältnisse wie in Südafrika und — was besonders wichtig ist — wie am Unteren Kongo.

Noch viel unsicherer ist der Vergleich der „postprimären Schichten" mit südlicheren Formationen. *Cornet* hält es für möglich, daß die Bassangaschichten den „gefalteten Karbonschichten des Kaplandes", also wohl den Dwyka-Ekka-schichten, entsprechen. Sollten sie den Basisbreccienschichten entsprechen?? Sie sind sicher jünger als die Moaschiaschichten, steil aufgerichtet (O. 30° S.) und bestehen aus schieferigen Konglomeraten, Roteisenerzen, Quarziten, Tonschiefern, aber auch Kalksteinen und Kalkschiefern. Die Kundelungschichten werden wohl mit Recht mit den höheren Gliedern der Karruschichten verglichen.

Für die Lubilaschschichten fehlt dagegen jeder Vergleich, wir werden aber in der Kalahari eine junge Ablagerung finden, die mit ihnen vielleicht gleichalterig ist.

C. Die Grundlinien im tektonischen Aufbau Südafrikas.

Wurden im letzten Abschnitt die tektonischen Verhältnisse, unter denen sich die geologischen Formationen finden, auch schon erörtert, so wird es doch zweckmäßig sein, einige allgemeine Gesichtspunkte zu geben, von denen aus man den Aufbau des Festlandssockels betrachten darf.

Drei Faktoren beherrschen das tektonische Bild:

I. Tektonische Richtungen,
II. Aufbrüche von Granit,
III. Becken- und Grabenbrüche.

I. Tektonische Richtungen.

Faltungen, Verwerfungen, Spaltenbildungen, mit und ohne Hervorquellen von Eruptivgesteinen folgen in vielen Fällen bestimmten Richtungen, die sich häufig wiederholen und daher besondere Namen verdienen.

1) Die Kaprichtung.

Dieselbe schwankt zwischen 90° und 110°. Ihr folgt:

a) Das kapländische Faltengebirge, soweit es der Südküste parallel geht.

b) Die Swasischichten im östlichen Transvaal, die freilich teilweise unter dem Einfluß der Granitmassive stehen.

c) Zahlreiche Diabasgänge im Bamangwatoland.

d) Zahlreiche Zonen krystalliner Schiefer im Matabelehochland.

2) Die Kaffrarische Richtung.

Der Verlauf der Küste in Kaffrarien folgt dieser Richtung, also von Südwest nach Nordost oder 40° bis 60°. Dieselbe kommt zum Ausdruck:

a) in dem Abfall des Plateaus zum Meer in Kaffraria,

b) in dem Verlauf der Vulkanlinie in Ostgrikwaland (60°),

c) im Verlauf der Komati-Olifantlinie,

d) im Verlauf des Campbells Randes,

e) im Verlauf der gefalteten Lange-Schurfte- und Asbestosberge in Westgrikwaland,

f) in dem Verlauf der aus Lydenburger Schichten bestehenden Bergzüge im Molopobogen, die nach Nordwesten einfallen,

g) in dem Auftreten von Diabasgängen im Bamangwatoland.

Auch im krystallinischen Gebiet des Damaraberglandes kommt diese Streichrichtung oft vor, allein gerade dort mögen Granitmassive das Schichtenstreichen stark beeinflußt haben und daher letzteres so unbeständig sein, wie *Gürichs* Aufnahmen zeigen.

3) Die Lehomborichtung.

Dieselbe verläuft von Nord nach Süd und ihr gehören einige sehr bedeutende tektonische Linien an:

a) Die große östliche Verwerfung *Molengraaffs*, die den Kontinent mit 1500 m Sprunghöhe begrenzt.

b) Der Rand des Plateaus im östlichen Transvaal mit Nord—Süd streichenden und nach Westen einfallenden Schichten.

c) Die langen Mulden von Swasischichten, die im Tatidistrikt (Matabeleland) zwischen Granit eingekeilt sind.

d) Die Grabenbrüche von Bethanien und Bersaba in Groß-Namaland.

e) Häufiges Schichtenstreichen im Damarabergland, anscheinend ohne Mitwirkung von Granitmassiven, z. B. am Kuisib.

f) Der Nord-Süd-Flügel des Kapländischen Faltengebirges.

g) Die Falten der „Devon"-Schichten am Unteren Kongo.

4) Die Damararichtung.

Dieselbe verläuft von Südsüdost nach Nordnordwest, d. h. ca. 155°, und hat für Südafrika ebenso große Bedeutung, wie die vorige.

Ihr folgt:

a) Die Westküste, besonders im Kapland und Namaland, sowie dem Kaokofeld, mit der Zone des Küstengebirges.

b) Das Streichen der Malmesburyschichten im westlichen Kapland und im Prieskadistrikt.

Außer diesen Hauptrichtungen gibt es nun auch weniger bedeutsame, aber doch oft wichtige tektonische Linien, die „Übergangsrichtungen" heißen mögen. Folgende sind konstant und wichtig:

1/2. Die Übergangsrichtung von 70°—80° = Chanserichtung. Ihr laufen parallel die Sandsteinterrassen des Waterbergs und von Otyo im nördlichen Damaraland. In der Kalahari ist sie häufig.

2/3. Die Übergangsrichtung von 30° = Tschorilorichtung. In der Kalahari kommt sie wiederholt vor.

4/1. Die Übergangsrichtung von 125° = Schadumrichtung. Die Schichten der Südostzone *Cornets* in Katanga dürften dieselbe besitzen (Westsüdwest-Ostnordost). In der Kalahari werden wir ihr auch begegnen.

Vielleicht hat der Leser die Empfindung, daß von einer Gesetzmäßigkeit der tektonischen Linien kaum die Rede sein könne, da die angeführten Richtungen nahezu allen Hauptrichtungen des Kompasses entsprechen. Zu der Aufstellung obiger tektonischer Richtungen führte indes das wiederholte Antreffen derselben in der Kalahari; sie sind nicht etwa nur den Karten oder den Angaben anderer Beobachter entnommen. So wird denn der Leser jede dieser Linien im weiteren Verlauf dieser Darstellung wiederfinden und selbst urteilen können, ob sie zufällige oder gesetzmäßige Erscheinungen im geologischen Bilde Südafrikas sind.

II. Die Aufbrüche von Granit.

In der Primärformation finden sich intrusive Granitmassive, die für den tektonischen Aufbau des Sockels stellenweise von maßgebender Bedeutung sind. Dieselben sind von den Geologen der Geological Commission und anderen Forschern im Kapland und im Prieskadistrikt, von *Molengraaff* aber in Transvaal nachgewiesen worden. *Cornet* beschreibt sie aus Katanga und vom unteren Kongo, *Thomson* aus dem Kafue-Loangwa-Plateau, und *Livingstones* Darstellung zufolge muß man auch das Batokahochland als solches Granitmassiv auffassen.

Die Granite sind in die Schichten der Primärformation ursprünglich eingedrungen und haben dabei die sedimentären Gesteine oft kontaktmetamorph beeinflußt, sind zuweilen selbst durch Pressung in Gneiß, die sedimentären Schichten aber in krystalline Schiefer umgewandelt worden. Auch scheinen manche Gneiße lediglich metamorphosierte Sedimentgesteine zu sein. In manchen Fällen umgeben die Schiefer die Granitkerne mantelartig wie einen Lakkolithen. Das prachtvollste Beispiel ist das Vredefortmassiv, sowie das von Barberton und des Witwatersrandes. Außerordentlich interessant ist die Erscheinung, daß Granitkern und Schiefermantel als einheitliches Widerlager bei Aufrichtung der überlagernden Lydenburger Schichten gewirkt zu haben scheinen. Denn anders lassen sich die Profile *Molengraaffs* doch nicht erklären. Die Granite sind sicherlich vor Ablagerung der Lydenburger Schichten in die Primärformation eingedrungen. Daß nachträglich von diesen Kernen aus aktive Bewegungen ausgegangen sein sollten, ist wohl nicht anzunehmen. Vielmehr dürften dieselben bei der Bewegung der Lydenburger Schichten ganz passiv als Widerlager gedient haben und keilartig zwischen diese gepreßt worden sein. Dabei riß häufig die Decke der jüngeren Gesteine.

Im nordöstlichen Transvaal, in Rhodesia und im Damaraland überwiegen Gneiß und Granit an Masse derartig die Schiefer der Primärformation, daß letztere nur Einlagerungen in jenen sind. Wie die Verhältnisse dort sind, ob auch dort Granitmassive lediglich als jüngere Gesteine die Primärformation durchbrochen haben oder ob die ausgedehnten Granit-Gneiß-Gebiete älter als die Schiefer sind, wie *Cornet* für das Kongogebiet annimmt, ist nicht bekannt.

III. Becken und Grabenbrüche.

Lange tektonische Linien mit Verwerfungen und Faltungen, Granitaufbrüche mit Aufrichtung der überlagernden Gesteinsdecke beherrschen also den tektonischen Aufbau Südafrikas in dem bisher betrachteten Gebiet. Allein ein dritter Faktor macht sich auch bereits geltend, nämlich becken- und grabenförmige Einbrüche. Im Namaland haben wir die Gräben von Bersaba und Bethanien, im Kafue-Loangwagebiet sind sie nach *Thomson* sehr ausgeprägt. Das Becken des Loangwa, Lukossascha, Bangweolo und Moero, in denen Sandsteinmassen der Karro- resp. Kundelunguschichten liegen, sind Beispiele hierfür. Auch die zwischen Gesteine der Primärformation eingeklemmten Streifen von Karroschichten, die den Tanganyika zwischen dem Lukuga und Udjidji, den Nyassa zwischen Mt. Waller und Wiedhafen durchsetzen, dürften gleichartige Bildungen sein.

Die zeitliche Aufeinanderfolge der verschiedenen tektonischen Bewegungen sei hier nicht erörtert, sondern erst später, nachdem wir mit den Verhältnissen in der Kalahari bekannt geworden sind.

Hiermit hätten wir die physische und geologische Beschaffenheit der Länder kennen gelernt, die das Sandfeld der Kalahari umgeben. Sie erscheinen als ein sehr alter Festlandssockel von sehr kompliziertem Bau, der seit Ablagerung der Lydenburger- resp. Basisbreccien-Schichten nicht mehr vom Meere bedeckt war, den ein permisches Inlandeis energisch ausgeräumt hat und auf dem sich dann die jüngeren Karroschichten wohl als Landbildungen ablagerten.

Wird diese bisher gewonnene Auffassung durch den Aufbau des Kalaharibeckens bestätigt? Fehlen auch dort alle Meeresablagerungen seit den ältesten Zeiten? Sind auch dort Landbildungen der Karrozeit entwickelt?

Mit solchen Fragen werden wir naturgemäß an die Betrachtung des Kalaharibeckens gehen.

Zum Schluß mag eine Liste der geologischen Formationen Südafrikas folgen, ihrer wahrscheinlichen Aufeinanderfolge entsprechend angeordnet.

Die geologischen Formationen Südafrikas.*)

1) Primärformation. Alter??
Granite, Porphyre, Diabase.

2) Cangoschichten } vielleicht teilweise gleichaltrig mit 4) und 5)?
3) Ibikwasschichten }
4) Lydenburger Schichten.
5) Basisbreccienschichten.
(2)–5): Präcambrium? Cambrium?)

Buschfeldgranit.
Strydenburger Vulkane.

6) Kapschichten.
(Sehr fraglich, ob identisch mit den Lydenburger Schichten).
a) Tafelbergsandstein (Silur?).
b) Bokkeveldschichten (Unt. Devon).
c) Wittebergsandstein. (Carbon?)

7) Oberkarbon von Tete.

8) Karroschichten.
a) Dwykakonglomerat (Perm).
b) Ekkaschichten (Perm).
c) Beaufortschichten (Trias).
d) Karrodiabase (Kimberlite?).

? ?

e) Stormbergschichten (Rhät oder Lias).

Vulkane der Kathlambakette.
Lebomboporphyre (?).
Buschfeldmandelstein (?).
Loalemandelstein (?).
„Basalte" des Matabelelandes.
Porphyrite und Mandelsteine von Tete (?).
Diabasmandelstein von Uha (Tanganyika).[132]
Kaokomandelstein (?).
„Basalte" des Schellagebirges (?).

9) Mesozoische und tertiäre Randanlagerungen.
Uitenhageschichten und Enonschichten (Malm bis Neocom).
Umtafonaschichten (Ob. Kreide).
Tertiär von Mossamedes.

*) Die Striche - - - - zeigen tektonische Störungen an.

Anmerkungen.

1) *Schenck*: Die geologische Entwickelung Südafrikas. Petermanns Mitteilungen 1888.
2) *Bain*: On the Geology of South Africa. Transactions of the Geolog. Soc. London 1845. Bd. VII.
3) *Rubidge*: On some points of Geology of S. Africa. Quart. Journ. Geolog. Soc. London 1859.
4) *Jones*: Notes on some fossils from the Devonian Rocks of the Witzenburg Flats, Cape Colony. Quart. Journ. Geolog. Soc. London 1872.
5) *Hochstetter*: Beiträge zur Geologie des Kaplandes. Reise der Fregatte Novarra. Wien 1866. Bd. II. Abt. Geologie.
6) *Cohen*: Geognostisch-petrographische Skizzen aus Südafrika. Neues Jahrb. f. Min. 1887. Beilage Bd. V.
7) *Suess*: Das Antlitz der Erde. Bd. I
8) *Dunn*: Geolog. Sketch Map of S. Africa. Melbourne 1887.
9) *Green*: A Contribution to the Geology and Physical Geography of the Cape Colony. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1888.
10) *Gürich*: Zur Altersbestimmung der Untern Grenze der Karroformation. Neues Jahrb. f. Min. 1890. S. 285 ff.
— Beziehungen des Tafelbergsandsteins zu den Bokkeveldschichten der Kapkolonie ib. 1893. S. 76 ff.
11) Annual Report of the Geological Commission. Cape of Good Hope. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900.
12) Annual Report etc. 1897.
13) Annual Rep. 1898. S. 13.
14) Annual Rep. 1900. S. XIII und 78 ff.
Transactions of the South African Philosophical Society. Vol. XI. pt. 4.
15) Annual Rep. 1899. S. 41 ff.
16) Annual Rep. 1900. S. XV und 67 ff.
17) *Molengraaff*: Beitrag zur Geologie der Umgebung der Goldfelder auf dem Hoogeveld in der Südafrikanischen Republik. Neues Jahrb. f. Min. 1894.
18) *Draper*: Notes on the Geology of South Eastern Africa. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1894.
19) *Draper*: The Occurrence of Dolomite in S. Africa. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1894.
20) *Hatch*: A Geological Survey of the Witwatersrand and the Districts in the Southern Transvaal. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1898.
21) *Wendeborn*: Störung der Schichten zwischen Pretoria und Vereenigung. Zeitschrift für prakt. Geologie. 1897.
22) *Molengraaff*: Géologie de la République Sud Africaine du Transvaal. Bulletin de la Société Géologique de France. 1901.
Reihenfolge und Correlationen der geologischen Formationen in Süd-Afrika. Neues Jahrb. f. Min. 1900. I. S. 113.
Die andern Arbeiten Molengraaffs, die er in der Arbeit „Géologie etc." S. 91 erwähnt, standen mir nicht zu Gebote.
23) Annual Rep. 1896. S. 34.
24) *Penning*: A Sketch of the Highlevel Coalfields of S. Africa. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1884.
— A Sketch of the Goldfields of S. Africa. Ib. 1885.
— A Contribution to the Goldfields of Southern Transvaal. Ib. 1891.
25) *Schenck*: Gebirgsbau und Bodengestaltung von Deutsch-Südwest-Afrika. Verhandl. des X. deutschen Geographentags in Stuttgart 1893.
26) Annual Rep. 1898. S. 7 und S. 69 ff.
27) Annual Rep. 1900. S. XI ff. und S. 25 ff.
28) *Gibson*: The Geology of the Goldbearing and associated Rocks of Transvaal. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1892.
29) *Molengraaff*: Beitrag zur Geologie der Umgebung etc. Neues Jahrb. f. Min. 1894.
30) *Green*: A Contribution etc. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1888.
31) *Wyley*: Notes on a journey in two directions across the Colony. Capetown 1859.
32) *Sutherland*: Notes on an ancient Boulder Clay of Natal. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1870. S. 514—16.
33) *Stow*: Geological Notes upon Griqualand West. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1874.
34) Annual Report. 1899. S. 7.
35) *Dunn*: A gold prospecting expedition, 1872. Capetown 1873.
Geological Sketch Map of Cape Colony. London 1873.
On the mode of occurrence of diamonds in South Africa. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1874.
36) *Dunn*: Geological Sketch Map of South Africa. London 1875.
37) *Dunn*: Report on the Camdeboo and Nieuveveldt Coal. Cape Town 1879.
38) Verhandlungen des VIII. Deutschen Geographentags in Berlin. Berlin 1889. S. 145—161.
Schenck: Über Glazialerscheinungen in Südafrika.
39) *Stapff*: Das „glaciale" Dwykakonglomerat. Naturwiss. Wochenschrift. Berlin 1889.
40) *Cohen*: Geognostisch-petrographische Skizzen aus Südafrika. Neues Jahrb. f. Min. 1887.
41) Annual Report. 1899.
42) *Stow*: Notes upon Griqualand West. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1874. S. 605.

43) Nach *Corstorphine* in Annual Rep. 1899. S. 22.

44) Nach *Corstorphine* Transact. S. Afr. Geol. Soc. VI. S. 16—19, während Molengraaff die Kohlen den Hoogeveld-Schichten = Beaufort-Sch. zuweist.

45) *Molengraaff*: Géologie de la République. Bull. Soc. Géol. de France. 1901.

46) Annual Rep. 1900. S. 1 ff.

47) Annual Rep. 1900. S. 6.

48) Annual Rep. 1898. S. 17. 18.

49) Annual Rep. 1899. S. 61.

50) Annual Rep. 1900. S. 17.

50a) Annual Rep. 1900. S. 18.

51) *Höpfner*: Reise an der Westküste Südafrikas. Verh. Ges. f. Erdk. 1883.

52) *v. Dankelmann*: Besuch in den portugiesischen Kolonien in Südwest-Afrika. Deutsche Geograph. Blätter. 1884.

53) *Gürich*: Deutsch-Südwest-Afrika. Mittl. Geogr. Ges. Hamburg 1891—92. S. 204 ff.

54) *Watermeyer*: Notes on a Journey in German SW. Africa. Transact. S. Afr. Philos. Soc. 1900. S. 21 ff.

55) *Gürich*: Cambrium (?) in Deutsch-Südwest-Afrika. Centralblatt f. Mineralogie. 1902. S. 65 ff.

56) *Gürich*: Cambrium . . . S. 66 Zeile 10—12 v. unten.

57) *Hartmann*: Das Kaoko-Gebiet. Verh. Ges. Erdk. 1897. S. 120.

58) *Hartmann*: Amboland. Zeitschr. Ges. Erdk. 1902. S. 216.

59) *Hartmann*: Kaoko-Gebiet . . . S. 119.

60) *Andersson*: Der Okavangostrom. S. 47/48.

61) Hahns Reise im Lande der Herrero und Bergdamara. Pet. Mitt. 1873. S. 100.

62) Peterm. Mitt. 1878 mit Karte.

63) *Gürich*: Deutsch-Südwest-Afrika . . . S. 207.

63a) *Wulf*: Beitrag zur Petrographie des Hererolandes. Inaug. Diss. Wien 1889.

64) *Baum*: Die Kunene-Sambesi-Expedition. Berlin 1903. S. 5.

65) *Baum*: l. c. S. 13.

66) *Schenck*: Gebirgsbau und Bodengestaltung von Deutsch-Südwest-Afrika. Verhandl. X. Geographentag Stuttgart.

67) *Schenck*: Über den Geitse !Gubib. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Ges. 1901. S. 55 ff.

68) *Schenck*: Gebirgsbau etc. S. 162.

69) *Pfeil*: Skizze von Südwestafrika. Peterm. Mitt. 1894.

70) *Stow*: Notes upon Griqualand West. Q. J. Geol. Soc. 1874.

71) Nach den Akten der Kgl. Bergakademie, die mir gütigst zur Verfügung gestellt wurden.

72) *Schenck*: Über die Kupfererzlagerstätte von Ookip in Kl.-Namaland. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 1901. S. 56.

73) Die nachfolgende Darstellung beruht verwiegend auf den Aufnahmen der Geological Commission.

74) Annual Rep. 1898. S. 37.

75) *Griesbach*: On the Geology of Natal. Q. J. Geol. Soc. 1871.

76) *Rogers a. Schwarz*: The Transkei Gap. Transact. S. Afr. Philos. Soc. 1903.

77) *Schwarz*: The Volcanoes of Griqualand East. Transact. S. Afr. Philos. Soc. 1903.

78) *Molengraaff*: Géologie de la Rép. l. c. S. 17 ff.

79) *Churchill*: On the Geology of the Drakensberge. Transact. S. Afr. Philos. Soc. 1898.

80) *Erskine*: Die Erforschung des Gasalandes. Peterm. Mitt. 1882.

81) *Molengraaff*: Géologie etc.

82) *Ruppert Jones*: On the Geology of Swasiland. Geol. Magazine. 1899.

83) *Molyneux*: Sedimentary deposits of Southern Rhodesia. Quart. Journ. Geol. Soc. 1903.

84) *Elton*: Journal of exploration on the Limpopo River. Journal. Royal. Geogr. Soc. London Bd. 16.

85) Die Darstellung beruht auf den Berichten von Hübner, Mauch, Maund, Swan, Bent, Schlichter, Eckersly u. a. Nicht zugänglich waren die Berichte von Sawyer, Chalmers und Hatch.
Hübner: Geognostische Skizzen aus Südostafrika. Peterm. Mitt. 1872.
Hübner: Bergmännisches aus Tatin. Zeitsch. Ges. Erdk. Berlin 1870. Bd. V.
Mauch: Mehrere Aufsätze in Pet. Mitt. 1870, ferner Ergänzungsheft Nr. 37.
Maund: On Matabele- and Mashonaland. Proceed. R. Geogr. Soc. 1891.
Swan: Geography and Meteorology of Mashonaland. Proceed. R-Geogr. Soc. 1892.
Bent: Ruined Cities of Mashonaland. London 1893.
Bruce: Notes on a journey to Mashonaland. Proceed. R. Geogr. Soc. 1890.
Knothe: Ins Land der Bonyai. Pet. Mitt. 1890.
Schlichter: Journey to Mashonaland. Jour. R. Geogr. Roc. London 1899.
Eckersley: Notes on Eastern Mashonaland. Geogr. Journ. London 1893. S. 32 ff.
Dessauer u. *Redlich*: Beitrag zur Kenntnis des Umtali-Distrikts. Österreich. Berg- u. Hütten-Zeitschrift 1898.

86) *Peters*: Im Goldland des Altertums. München 1902.

87) *Kuss*: Notes sur la Géographie de quelques régions voisines du Zambèze. Bull. Soc. Géogr. Paris 1882.
Note sur la constitution géologique d'une partie de la Zambézie. Bull. Soc. Géol. France. XII. S. 303 ff. mit Karte.

[88]) *Potonié*: Fossile Pflanzen in Deutsch- und Portugiesisch-Ostafrika, in *Bornhardt*: Zur Oberflächengestaltung Ostafrikas. Berlin 1900.

[89]) *Drummond*: Inner-Afrika. Gotha 1890. S. 117 ff.

[90]) *Futterer*: Afrika in seiner Beziehung zur Goldproduktion. Berlin 1895. S. 156 ff. und Karte.

[91]) *Johnston*: British Central Africa. London 1897.

[92]) *Drummond*: l. c.

[93]) *Worsfold*: Portuguese Nyassaland. London 1899.

[94]) *Pearce*: Notes on the Country between Lake Chiuta and the River Luli. Geogr. Journ. Bd. 15. 1900.

[95]) *Molengraaff*: Géologie . . .

[96]) *Schwarz*: The Volcanoes . . .

[97]) *Molengraaff*: Géologie. S. 86.

[98]) *Dunn*: Notes on the Dwyka Coal Measures. Transact. S. Afr. Philos. Soc. 1900.

[99]) *Schwarz*: The Volcanoes. S. 108 ff.

[100]) *Schwarz*: The Volcanoes . . .

[101]) *Molengraaff*: Géologie. S. 15 ff.

[102]) *Molengraaff*: Bull. Soc. Géol. France 1903.

[103]) *Molengraaff*: l. c. S. 48.

[104]) *Molengraaff*: l. c. S. 62.

[105]) *Molengraaff*: l. c. S. 64.

[106]) *Annual Report* 1899. S. 65 ff.

[107]) *Stow*: Notes upon Griqualand West. Q. J. Geol. Soc. 1874.

[108]) *Molengraaff*: Géologie. S. 43.

[109]) *Penning* in Wilkinson: Notes on a portion of the Kalahari. Geogr. Journ. 1893. S. 335 ff.

[110]) *Passarge*: Beitrag zur Kenntnis der Geologie von Britisch Betschuanaland. Zeitschr. Ges. Erdk. 1901.

[111]) *Hübner*: Geognost. Skizzen. Pet. Mitt. 1873.

[112]) Ausführliche Darstellung jener Gegend in Kap. XXX.

[113]) *Molyneux*: l. c.

[114]) *Hübner*: l. c. Pet. Mitt. 1872.

[115]) *Molyneux*: l. c. S. 282.

[116]) *Molyneux*: Map of the Sebungu District. Geogr. Journ. Bd. 18. S. 294.

[117]) *Newell Arber*: Notes on some Fossil Plants etc. Quart. Journ. Geol. Soc. 1903.

[118]) *Livingstone*: Missionsreisen . . . Bd. II. S. 201. 230.

[119]) *Holub*: Ins Land der Maschukulumbe. Text der Karte.

[120]) *Livingstone*: l. c. Bd. II. S. 206. 230.

[121]) *Livingstone*: l. c. Bd. II. S. 220.

[122]) *Livingstone*: l. c. Bd. II. S. 233.

[123]) *Grey*: The Kafue River and its headwaters. Geogr. Journal 1901. Bd. 18. S. 62 ff.

[124]) *Selby*: Journey to the Kafue and Zumbo-District. Geogr. Journ. Bd. 19. 1902. S. 606.

[125]) *Thomson*: To Lake Bangweolo. Geogr. Journ. 1893. I. S. 106. 107. 116. Karte S. 117.

[126]) *Capello y Ivens*: Da Angola a contra costa. Lisboa 1887.

[127]) *Chesnaye*: A Journey from Fort Jameson to Kafue River. Geogr. Journ. Bd. 17. 1901. S. 48.

[128]) *Cameron*: Quer durch Afrika.

[129]) *Serpa Pinto*: Quer durch Afrika. Leipzig 1884. Bd. II. S. 92.

[130]) *Lemaire*: The Congo-Zambesi-Waterparting. Geogr. Journal. Bd. 19. 1902. S. 173 ff. Mission scientifique du Ka-Tanga. Brüssel 1902.

[131]) *Cornet*: La Géologie du bassin du Congo. Bull. Soc. Belge de Géologie. Bd. XII. 1898. S. 26 ff.
Étude sur la géologie du Congo occidental entre la côte et confluence du Ruku. Bull. Soc. Belge de Géologie 1897. Bd. XI. 311 ff.
Les Formation Post-Primaires du Bassin du Congo. Annales de la Soc. Géologique de Belgique, Liège 1893/94. Bd. 21. S. 193. ff.
Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition. Peterm. Mitt. 1894.

[132]) *Cornet*: Peterm. Mitteil. 1894.

[133]) *Dantz*: Reisen in Ost-Afrika. Mitteil. a. deutsch. Schutzgebieten. 1902. Route 9.

Kapitel V.

Das Klima Südafrikas und der Kalahari.

Obwohl es der allgemeinen Anordnung des Buches mehr entsprechen würde, sofort zu der Darstellung der geologisch-geographischen Beobachtungen überzugehen, möchte ich doch zunächst ein Kapitel über die klimatologischen Verhältnisse Südafrikas und der Kalahari vorausschicken. Die Kenntnis derselben ist einmal für die Beurteilung so mancher geologischer Faktoren, wie z. B. der Verwitterung, Windwirkung u. a., notwendig, sodann habe ich gerade dieses Gebiet, z. T. durch eigene Schuld, z. T. wegen sehr mangelhafter Instrumente, so vernachlässigt, daß ich meine eigenen Beobachtungen kurz abmachen kann, schließlich — und das ist der Hauptgrund für das Voranstellen dieses Kapitels — werden wir sofort demjenigen Problem gegenübergestellt, das sich dem aufmerksamen Beobachter in Südafrika auf Schritt und Tritt entgegendrängt, und auf das denn auch seit den ältesten Zeiten geographischer Forschung hingewiesen worden ist, nämlich die Austrocknung des Landes. Die Wasserabnahme in Südafrika und ganz besonders in der Kalahari kann als Tatsache hingestellt werden, mag auch die Erklärung in verschiedenem Sinne ausfallen. Dieses Faktum drängt sich aber derartig in den Vordergrund, daß es, für mich persönlich wenigstens, der Mittelpunkt der Untersuchungen wurde. Denn sehr bald glaubte ich erkennen zu können, daß das Problem der Wasserabnahme in unmittelbarem Zusammenhang mit der Erklärung der jüngsten Formationen stehe, die die Oberfläche der Kalahari bilden und auf deren Vorhandensein der Charakter dieser Steppe beruht. Damit ist natürlich auch gesagt, daß die Lösung des Problems der Wasserabnahme zugleich auf die Entstehung der Kalahari ein Licht werfen müsse.

Dieser Hinweis dürfte genügen, um die Wichtigkeit des genannten Problems zu beweisen.

1. Überblick über die klimatischen Verhältnisse Südafrikas.

Es liegt natürlich nicht im Rahmen dieses Buches, eine eingehende Darstellung der Klimatologie Südafrikas zu geben, vielmehr sollen hier lediglich einige Hauptgesichtspunkte hervorgehoben werden, die für die Kalahari von Wichtigkeit sind.

Das Klima Südafrikas[1] ist von vier Faktoren abhängig:

1) von der geographischen Lage,
2) von der räumlichen Oberfläche des Kontinents,
3) von den topographisch-orographischen Verhältnissen,
4) von der Beschaffenheit der Meeresströmungen an den Küsten.

1) Die Lage zwischen dem 12° und 35° südlicher Breite bedingt eine Einteilung des Gebietes in eine tropische und subtropische Zone. Die

nördliche Kalahari gehört ganz der ersteren an und wird demnach voraussichtlich ein ziemlich einheitliches tropisches Klimagebiet vorstellen. Dagegen wird nach Süden hin ein Übergangsgebiet zu den Subtropen und schließlich werden diese selbst folgen. Demnach würde, wenn normale Verhältnisse vorherrschten, eine gleichmäßige Abnahme der Temperatur nach Süden hin zu beobachten sein, unbeschadet lokaler Abweichungen. Auf die regenreichen Tropen müßten die regenarmen Subtropen folgen. Tatsächlich sind aber die klimatischen Verhältnisse für den ganzen Süden des Kontinents nicht so regelmäßig entwickelt, weil mehrere Faktoren störend eingreifen.

2) Die räumliche Ausdehnung Südafrikas ist, da sich ja der Kontinent nach Süden zu stark verschmälert, nicht bedeutend genug, um die Entstehung einer einheitlichen barometrischen Provinz, wie z. B. in Australien, zu veranlassen. Südafrika wird vielmehr von den beiden barometrischen Hochdruckgebieten über dem südatlantischen und südindischen Ozean beherrscht.

Im Südwinter weht der Südwestwind, der aus dem südatlantischen Maximum kommt, in dem westlichen Kapland bis über den Oranje hinaus nach Norden und etwa bis Algoabai nach Osten.

Im Südsommer stehen beide Maxima so weit südlich, daß die von dem atlantischen Maximum ausgehenden Südwestwinde den Kontinent gar nicht erreichen, sondern nur bis zum 40° südlicher Breite ungefähr hinabgehen. Dagegen überschwemmt der Südost, der vom indischen Maximum ausgeht, den Kontinent und wandelt sich im Gebiet des Wendekreises in einen Ost- und Nordostwind um.

An der Küste Deutsch-Südwestafrikas weht indes das ganze Jahr hindurch ein kräftiger Südwest, der nach dem Innern zu bald aufhört und einem Nordostwind Platz macht. Die Ursache hierfür ist, wie *Dove*[2]) nachgewiesen hat, ein Minimum über der Namibwüste, die die Küste begleitet.

Auf der Ostseite geht das südindische Maximum bis zum 30° südlicher Breite hinauf und greift im Südwinter auch auf den Kontinent über, so daß es über dem kalten Basutoland und den Drakensbergen liegt. Daher haben jene Gegenden einen so klaren, regenlosen Winter.

Ganz ohne Einfluß ist der südafrikanische Kontinent auf die Verteilung des Luftdrucks freilich nicht. Denn im Sommer geht von ihm, wie *Hann* wiederholt hervorhebt, eine zyklonische, im Winter aber eine antizyklonische Bewegung aus.

3) Die Bodengestaltung Südafrikas hat eine große Bedeutung für die Verteilung der Niederschläge. Südafrika ist ja ein gewaltiges Plateau mit gebirgigen hohen Rändern und einem tiefer gelegenen Becken. Die Folge davon ist, daß die regenbringenden Seewinde beim Aufsteigen auf das Plateau ihre Feuchtigkeit verlieren und als relativ trockene Winde die Hochfläche erreichen. Eine ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge — regenreiche Küsten, regenarmes Innere — muß die Folge solch topographischer Verhältnisse sein.

4) Der letzte, das Klima wesentlich beeinflussende Faktor sind die Küstenströmungen. Auf der Ostseite geht die warme Mosambikströmung herab, die 24—21° C. — von Norden nach Süden abnehmend — besitzt. Auf der Westseite aber fließt umgekehrt ein kalter Strom von 10—15°, der von einigen als Polarströmung — Westafrikanische Polarströmung — von anderen als Auftrieb kalten Wassers aufgefaßt wird.[3]) Durch diese Strömungen wird die Ostküste erwärmt, die Westküste abgekühlt. Die Ostwinde sind feuchtwarm, die Westwinde kalt. Erstere bringen Regen, letztere Trockenheit.

Unter dem Zusammenwirken aller dieser verschiedenen Faktoren kommen schließlich folgende klimatische Verhältnisse zustande.

1) Die Temperatur ist auf der Ostseite höher als auf der Westseite. Die Isothermen steigen an der Ostküste weit nach Süden herab und an der Westküste hoch nach Norden hinauf. So liegt z. B. die Jahresisotherme von 20° C. an der Ostküste in Natal in 30° südlicher Breite, an der Westküste nördlich von

Mossamedes dagegen in 13° südlicher Breite. Einen ähnlichen Verlauf haben die Isothermen über und unter 20°. Auf die Temperaturen der einzelnen Gegenden sei hier nicht eingegangen, sondern nur bemerkt, daß die Kalahari südlich des 18° südlicher Breite zwischen den Jahresisothermen 27° und 14° liegt. Die Küsten haben ein ziemlich gleichmäßiges Klima, das Innere aber besitzt starke jährliche und tägliche Schwankungen von 20 und mehr Graden, heiße Sommer und kalte Winter.

2) Von den barometrischen Verhältnissen haben wir ja schon ein Bild erhalten. Die Hauptmaxima liegen auf dem Meer und nur im Winter nicht nur über dem gebirgigen Bassutoland, sondern wahrscheinlich — wenigstens vorübergehend — auch über der südlichen Kalahari. Das Innere scheint im Sommer ein entschiedenes Minimumgebiet zu sein, und zwar scheint die Wüstenregion der Westküste die stärkste Auflockerung aufzuweisen *(Dove)*.

Entsprechend diesen etwas komplizierten und unregelmäßigen Luftdruckverhältnissen sind die Winde z. T. recht unregelmäßig und ungleichartig.

Innerhalb der Tropenzone haben wir vorwiegend östliche Winde, namentlich aus N.O. Nur das Ovamboland hat im Winter oft kalte Nordwestwinde. Der Regen kommt im Sommer ausnahmslos aus N.O.—S.O. Aber auch im Winter fehlen Regen im Inneren des Kontinents nicht. Dieselben wurden erst seit *Schinz'* Beobachtungen[4]) allgemeiner bekannt, obwohl auch schon früher andere Reisende, z. B. *Mohr*[5]), sie beobachtet haben. Sie fallen immer bei westlichen bis südlichen Winden. Wir werden ihnen in der Kalahari wiederholt begegnen.

Deutsch-Südwestafrika hat an der Küste fast stets Südwest- bis Westwinde, nur selten staubige Nordostwinde, im Innern herrschen aber östliche Winde (Nordost) vor und bringen auch im Sommer den Regen mit Gewittern. Auch bei Südwestwind können im Winter Regen fallen, nach *Schenck*[6]) darauf beruhend, daß der kalte Südwest auf den warmen Nordost stößt und letzteren abkühlt. Da der Ostwind im Winter nie sehr feucht ist, sind auch diese Regen geringfügig.

Das westliche Kapland hat Winterregen bei West- bis Südwestwind, Natal dagegen fast ausschließlich Sommerregen bei Südostwind. In der dazwischen liegenden mittleren und östlichen Kapkolonie herrschen unregelmäßige Winde, z. B. in Graaf Reynet im Winter Nord und Nordwest, im Sommer Süd. Das südliche Betschuanaland hat im Winter namentlich von August bis November tagsüber starke Nordwinde, im Herbst auch West- und Nordwestwinde, die früher wenigstens, d. h. noch in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, auch von Regen begleitet sein konnten,[7]) im Sommer aber wehen Nordostwinde mit Gewitterregen. Es herrscht dort also eine Regenzeit von durchaus tropischem Charakter.

Folgende, der Arbeit *Dores*[8]) entnommene Liste des jährlichen Regenfalls und seiner Verteilung wird ein Bild von den Niederschlägen in dem subtropischen Teil Südafrikas geben.

Kl.-Namaland	12	cm	jährl.	Regen,	hauptsächlich	im	Mai-Juni.
Südwestl. Kapland	55	„	„	„	„	„	Mai-Juli.
Südküste	46	„	„	„	„	„	Febr.-März; Sept.-Okt.
Südkarro	27	„	„	„	„	„	Febr.-März; Sept.-Okt.
Nordkarro	23	„	„	„	„	„	Jan.-März; November.
Südöstl. Bergland	41	„	„	„	„	„	Jan.-März; November.
Natal	73	„	„	„	„	„	November-März.
Oberes Oranjegebiet	53	„	„	„	„	„	November-März.
Transvaal	64	„	„	„	„	„	November-März.

Diese Tabelle zeigt die Winterregenzone im Westen, die Sommerregenzone im Osten und ein Übergangsgebiet in der Mitte. Sie zeigt aber auch die Ab-

nahme der Regen nach dem Innern zu, die durch das östliche Randgebirge bedingt ist. Daher die Trockenheit der Hochflächen des Innern.

II. Klimatologische Beobachtungen.

Versuchen wir nun die auf der Reise gemachten meteorologischen und klimatischen Notizen dem großen Rahmen des klimatologischen Bildes Südafrikas einzupassen. Zunächst muß ich zu meinem eigenen großen Bedauern erklären, daß meine diesbezüglichen Notizen sehr mangelhaft sind. Temperatur- und Barometerbeobachtungen wurden nur ganz unregelmäßig gemacht, meist nur im Anschluß an hypsometrische und astronomische Messungen. Sie haben deshalb schon meteorologisch keinen Wert. Außerdem waren die Instrumente, namentlich das Aneroidbarometer, ganz unzuverlässig. Da nun aber klimatologische Beobachtungen aus jener Gegend eigentlich noch ganz fehlen, so will ich nur mit Rücksicht auf diese Lücke und um einen Begriff von der Zahl der Regentage und Temperaturhöhen zu geben, meine Beobachtungen kurz anführen. Die barometrischen Messungen mit dem Kochthermometer sind übrigens von Herrn v. *Elsner*[2]) bereits früher bearbeitet worden.

Ich will nun im folgenden die einzelnen Monate kurz charakterisieren.

1896.

Juni und Juli waren in der Kapkolonie, Freistaat, Transvaal und Betschuanenland im allgemeinen sehr mäßig warm. Die Mittagstemperaturen dürften an selbst warmen Tagen stets unter 30° C. gelegen haben, in der Nacht waren Temperaturen bis zu —5° C. sicher sehr häufig, und oft genug bedeckte Eis morgens im Süden die Pfützen. Die Tage waren stets windig, kalte Nordwest- und östliche Winde herrschten vor, die Nächte waren meist windstill. Regen wurde nicht beobachtet.

Im August trat im Bamangwatoland nördlich des Wendekreises eine deutliche Temperaturerhöhung ein. Nicht nur die Tage, sondern auch die Nächte wurden viel wärmer. O.- und N.O.-Winde herrschten völlig, Regen fiel am 21. und 22. August in Palapye, und zwar im Anschluß an einen heftigen Gewittersturm abends 6 Uhr, der mit schwarzen Wolkenmassen aus S.W. kam. Der Regen hielt während der Nacht 21./22. August und bis zum Nachmittag 22. August als „Landregen“ an.

Der September war noch heißer und trockener. Der Wind kam am Tag dauernd aus N.O. Oben aber zogen regelmäßig weiße Wolken in entgegengesetzter Richtung. Am 8. September blies ein heftiger Gewittersturm aus S.W. Am Tag hatte der gewöhnliche N.O. geweht. Gegen 5 Uhr trat Windstille ein, etwa eine halbe Stunde später brach ein S.W.-Sturm los. Im Westen von Palapye fiel Regen, anscheinend nicht unerheblich.

In der Nacht vom 24. zum 25. September hatten wir in Palapye einen starken N.N.O.-Wind, am 29. September blies ein schwacher N.O., oben aber trieb ein starker S.W.-Sturm die Wolken vor sich her.

Am folgenden Tage wehte ein leichter Südwind. Abends um Sonnenuntergang herrschte Windstille, die aber plötzlich durch einen brausenden Nordsturm beendet wurde, der einen großen Teil der Nacht über anhielt. Gewitter abends im N. und N.O. Am nächsten Tag (1. Oktober) war der Himmel verschleiert bei frischem Nordwind.

Oktober. Der Oktober war fast noch heißer und trockener als der September. Der Wind begann mit großer Regelmäßigkeit um 8—9 Uhr morgens aus O.—N.O., kräftig und heiß, hörte aber gegen 4 Uhr auf. Lokale Tromben waren täglich sehr häufige Erscheinungen. Nachts bliesen fast regelmäßig gewaltige N.O.-Stürme. Regen hatten wir nur am 27. und 28. Oktober in Mala-

tschnai in ganz geringer Menge. Am Abend des 27. Oktober brach ein heftiger Gewittersturm — Richtung? — los mit sehr wenig Regen. Am folgenden Morgen war der Himmel bis mittags bedeckt, und es fielen ganz leichte Schauer.

Im November herrschte bis zum 22. im wesentlichen dasselbe Wetter wie im Oktober: sehr heiße trockene Tage bei oft kräftigem N.O-Wind; warme, oft sehr stürmische Nächte, besonders 8./9. und 9./10. November. Ganz abnorm war die Nacht vom 12./13. November. Ganz plötzlich brach ein orkanartiger Weststurm mit starker Temperaturerniedrigung los, der gegen Morgen abflaute, aber während des ganzen folgenden Tages als kühler Westwind anhielt.

Das erste sichere Anzeichen der kommenden Regenzeit fand in Ntschokutsa am 22. November statt. Am Nachmittag verstärkte sich der herrschende N.O. zu einem starken Gewittersturm mit etwas Regen. Abends Windstille. Am folgenden Morgen (23. November) war der Himmel bewölkt. Unregelmäßig bliesen die Winde bald aus O., bald aus W. S.O. überwog. Gewitter zogen wiederholt vorüber, und schwache Regenschauer fielen. Die Luft war heiß und schwül. Die ersten starken Regen, die in der Pfanne von Ntschokutsa und anderen Senkungen Teiche hervorriefen, fielen aber erst am 26. November in Ntschokutsa und am Abend des 30. November in Pompi.

Mit ihnen hatte die Regenzeit wirklich eingesetzt. Damit wurde die Temperatur niedriger, aber es blieb doch heiß genug, und vor allem war die Luft schwül. Der regelmäßige N.O. machte unregelmäßigen Winden Platz. Der S.O. überwog.

Im Dezember hatten wir an 14 Tagen Regen, die meist an Gewitterstürme geknüpft waren und eigentlich nur nachts lange anhielten, nachdem sie abends begonnen hatten. Es regnete am 1., 7., 9., 10., 12., 13., 15., 16., 17., 18., 19., 20., 24., 31. Dezember, und zwar im Anschluß an Gewitter.

1897.

Der Januar war zwar sehr heiß, die Nächte warm, die Zahl der Regentage aber geringer als im Dezember, nämlich nur 7 (am 3., 4., 7., 11., 22., 23., 24. Januar). Zwischen dem 11. und 22. Januar trat also eine Pause mit trockenem Wetter ein. Bemerkenswert waren 2 Beobachtungen. Einmal bekamen die Kwebeberge viel mehr Regen als die Ebenen, sodann fiel der Regen ganz strichweise; er kam immer nur aus einzelnen Gewitterwolken, und zwar wird er anscheinend aus den Wolken wirbelartig herausgeschleudert. Man kann nämlich stets beobachten, daß er nicht senkrecht, oder vom Wind getrieben fällt, sondern in schiefem, nach außen spitz zulaufendem Winkel die Erde erreicht, so daß er ein größeres Areal bedeckt als der Durchmesser der Wolke beträgt. Infolgedessen kommt der Regen einer über uns fortziehenden Wolke zuerst aus der Richtung des Windes, mit dem die Wolke zieht, sobald letztere aber uns passiert hat, aus der entgegengesetzten Richtung.

Der Februar brachte keine wesentliche Änderung. Es regnete an 9 Tagen, darunter an 4 Tagen hintereinander, aber immer nur zeitweilig. (2., 3., 5., 9., 16., 17., 18., 19., 25. Februar.)

Der März war in diesem Jahr der letzte der Regenzeit. Es regnete an 7 Tagen, die dicht gedrängt lagen (6., 11., 12., 14., 15., 16., 17.). Gerade in diese Regenperiode fiel die dritte Hunaretse. In der zweiten Hälfte des Monats fiel kein Regen und ebensowenig im April. Dieser Monat stellte eine Zeit des Überganges vor. Zwar begannen schon die regelmäßigen Ostwinde, die in der Trockenzeit gewöhnlich morgens 8—9 Uhr einsetzen und am Nachmittag enden, allein die kalten Nächte blieben noch aus. Höchst wahrscheinlich fiel in andern Teilen des Ngamigebiets in diesem Monat noch Regen.

Der Mai war der erste Monat, in dem der Charakter der Trockenzeit ganz zweifellos ausgeprägt war. Die Temperatur war nicht sehr hoch und nament-

lich die Nächte oft recht kalt. Von 28 Beobachtungen morgens zwischen 6—8 h lagen 9 zwischen 0 und 5° (Minimum + 0.5° C. 3. Mai 6 h 15 am, nördlich der Mabäle a pudi Berge), 9 lagen zwischen 5 und 10° C., 9 zwischen 10—15° und eine über 15° (Maximum 18. Mai 6 h 15 am 16° C. bei bedecktem Himmel).

Die Mittagstemperatur um 2 pm wurde nur 7 mal beobachtet, 6 mal 27—30° C., (Maximum 29.6° C.), einmal 25.5° C. am 19. Mai an einem Regentag.

Abends 7—9 h waren recht hohe Temperaturen vorherrschend. Die tiefste war + 4.6° am 31. Mai in Sandpits, die höchste 20.5° in Chanse, am 12. Mai um 8 pm. 11 mal hatten wir 10—15° und 7 mal 15—20° C.

Die Winde kamen recht regelmäßig aus O.—N.O., von morgens 8—9 Uhr bis 4—5 nachmittags. Nur am 18. und 19. Mai herrschte abnormer Wind. Schon am Abend des 17. Mai wurden Gewitter mit heftigen Windstößen beobachtet. Wir befanden uns damals zwischen ²Nuchu und Rietfontein im Sandfeld. Am Morgen des 18. Mai war der Himmel total bewölkt, die Temperatur abnorm hoch (16° C.), kräftig blies ein Nordost, und mittags fielen einige Stunden lang mäßige Regenschauer. Abends um Sonnenuntergang stieg im Westen eine schwarze Wolkenbank auf, die mit heulendem Gewittersturm und kurzem prasselndem Regen über uns weg zog. Während der Nacht und des nächsten Tages bis zum Nachmittag war der Himmel bei leichtem Westwind total bewölkt, aber es fiel kein Regen.

Der Juni war ein recht kalter Monat. Von 26 Beobachtungen der Morgentemperatur waren 4 unter Null (Minimum in ²Neits-o 8. Juni 6 h 30 am — 3.5° C.) und 5 lagen zwischen 0 und + 5° C., 15 zwischen 5 und 10°, und nur 2 zwischen 15—20° C. (Massarinyanivley am 21. Juni 8 h am 17.8° C., 22. Juni in Bolibing 8 h 16.3° C. Die Kälte trat stets bei S.W.- und S.-Winden auf. Im allgemeinen wehten ja tagsüber die trockenen NO.-Winde. Eine Änderung begann aber am 7. Juni in Korabe. Am 7. Juni hatten wir um 7 h 30 am 7° C. Während des ganzen Tages wehte ein kalter schneidender Südsüdwest. Am Nachmittag wurde er schwächer, um sich nachts von neuem zu steigern. Morgens blies noch dieser eisige Wind, aber aus mehr südlicher Richtung. In den Gefäßen war das Wasser in eine solide Eismasse verwandelt. Um 6 h 30 war die Temperatur — 3.5° C. Während des ganzen Tages hielt der kalte Wind an, legte sich aber abends (²Neits-o), 8 h pm + 5.2° C.

Am folgenden Tage (9. Juni) bis zum 14. Juni herrschten eisige SO.- und O.-Winde von großer Stärke, aber nur tagsüber. Die Morgentemperatur schwankte 7 h am zwischen — 0.03 und + 6.2° C., letztere allerdings erst um 8 h 20 am gemessen.

Eine interessante Veränderung begann im Laufe des 14. Juni. Schon am 12. und 13. Juni zeigten sich hoch am Himmel weiße Wolken, die aus Südwest kamen. Abends 14. Juni in ²Kchantsa C. begann ein starker, aber warmer Ostwind mit leichtem Sprühregen. Daher war die Morgentemperatur am 15. Juni 8 h am 8.2° C. Tagsüber war der Himmel bedeckt, hohe weiße Wolken kamen aus Südwest, unten wehte ein schwacher östlicher Wind. Abends fiel in Gautsirra ein leichter Regen bei Ostwind. Um 9 h pm hatten wir noch 10.7° C. bei totaler Bewölkung.

Der 16. Juni war noch recht kühl. Nacht vom 16.—17. Juni war sehr starker Tau gefallen, bis 10 h am war es neblig, dann folgte ein warmer klarer Tag bei Ostwind. Überhaupt waren die Monate Mai und Juni im Chansefeld taureich.

Die Beobachtungen im Juli sind noch viel mangelhafter als in den vorhergehenden Monaten. Temperaturen wurden nur 12 mal morgens beobachtet. 3 mal erreichten dieselben nicht + 5° C. (Minimum 0° C. am 23. Juli, 7 h am, am Ngamifluß W des Tamalakane), 5 mal Temperaturen von 5—10°, 4 mal zwischen 10 und 15°. (Maximum 13.2° C. am 3. Juli in Mokwates Dorf.)

Der Wind war ausschließlich N.O. bis O., es fehlten durchaus Westwinde, Regen fiel gar nicht.

Während der Untersuchung der Südseite des Ngami im August wurden keinerlei Ablesungen gemacht. Das Wetter war viel heißer als im Juli und dabei sehr schwül, weil der Himmel sehr häufig total bedeckt war; die Nächte waren sehr warm. Die Ursache für die auffallende Wolkenbildung war wohl die Hochflut des Okavango und Kwando, durch die das weite Gebiet des Sumpflandes unter Wasser gesetzt wurde. Das Hochwasser kam durch den Ssiroefluß herunter bis an den Ngami heran, versiegte aber in seinen Aschenboden. Nordostwinde herrschten völlig.

Der September war auch furchtbar heiß, der Himmel aber klarer, die Luft weniger schwül. Der Ostwind wurde nie durch den Westwind unterbrochen, daher kein Regen.

Dagegen wurde die Hitze und Trockenheit des Oktobers zweimal durch Westwind und Regen gemildert. Am 17. Oktober nämlich, als wir uns auf der Durststrecke von Kwebe nach Kuke befanden, brach um 10 h abends ein Gewittersturm aus W. herein, der von einem heftigen, aber kurzen Regen begleitet war. Auch vor Kuke hatten wir nachts 19./20. Oktober Regen. Ich habe nicht die Richtung des Windes notiert, bin aber geneigt, diese Regen für die ersten Spuren der sommerlichen Niederschläge zu halten und nicht auf das Übergreifen westlicher Winterregen zurückzuführen.

Der November gehörte bis auf die letzten Tage noch der Trockenzeit an. Sehr heiße Tage und warme Nächte bei N.O.-Wind. Manchmal bedeckte sich wohl der Himmel mit drohenden Wolken, allein nie kam es zu Gewittern. Westwinde fehlten ganz.

Am 29. November, als wir von [2]Kintscha nach Chanse zurückkehrten, brach ein heftiger Gewittersturm aus N.O. herein, der uns gründlich durchnäßte und kühles Wetter brachte. Er eröffnete die diesjährige Regenzeit. Dieselbe setzte sich im Dezember fort mit sieben Regentagen (4., 5., 7., 16., 17., 18., 21. Dezember). Die Regen waren fast durchweg an Gewitter gebunden und auch sog. „Landregen", die, wie z. B. am 17. Dezember, den ganzen Tag lang anhielten, hatten mit Gewitterstürmen begonnen. Eine bestimmte Richtung der Gewitter war nicht vorhanden, aus Osten und Westen kamen sie regellos gezogen.

Die Temperatur war stets hoch, aber niedriger als vor den Regen, die Nächte warm und sehr taureich.

1898.

Der Januar hatte nur acht Regentage (2., 3., 4., 11., 12., 13., 14., 26. Januar), aber die Menge war sehr bedeutend, und alle Vleys wurden gefüllt. Namentlich in den Nächten gab es stundenlang anhaltende Wolkenbrüche. So regnete es vom Nachmittag 11. Januar in [2]Gomkai von 4 h pm bis 10 h am 12. Januar ununterbrochen, also 18 Stunden lang, und zwar sehr stark. Drei Morgentemperaturen, um 7 h am gemessen, lagen zwischen 22 und 23° C.

Der Februar war auffallend trocken. Meist wehten trockene warme östliche Winde. Die Morgentemperatur (5 Ablesungen) schwankte zwischen 18—21° C. Nur an 4 Tagen gab es Gewitter mit erheblichem Regen (10., 15., 16., 21. Februar).

Vom 21. Februar bis 26. März hatten wir ein merkwürdig trockenes Wetter, wie in der Trockenzeit, kräftige regelmäßige Ostwinde, trockene warme Luft. Die Vegetation wurde gelb, die Vleys trockneten auf. Am 26. und 29. März hatten wir aber heftige Gewitter mit Regen. Die Luft wurde wieder sehr schwül, der Himmel bedeckt, und im April, vom 3.—8., fielen täglich Regen, nämlich während unseres Aufenthalts in [1]Gam. Es waren dieses die letzten Sommerregen. Die Luft wurde jetzt dauernd trocken, die Ostwinde regelmäßig. Besonders am 15. und 16. April bliesen sie sehr stark und anhaltend. Am 17./18. April hatten

wir die erste kalte Nacht. Nun wußten wir, daß keine Regen mehr folgen würden, d. h. Sommerregen. Die Temperaturen wiesen dann auch deutlich auf die einbrechende Trockenzeit hin.

Von 8 Morgentemperaturen war eine unter 5° (+ 4.9° C. am 27. April 6 h am in ¹Kai ¹kai), 2 zwischen 5 und 10°, je 2 zwischen 10—15°, ebensoviel zwischen 15—20° und einmal über 20° (20.3° C. als Maximum in ²Garu, am 13. April 7 h am). Die erste Hälfte des Monats hatte warme, die zweite Hälfte kalte Abende. Das größte Nachtminimum war + 3.1° C. (am 27./28. April in ¹Kai ¹kai). 5mal wurde die Temperatur mittags 12 h gemessen, sie lag zwischen 28.9 und 31.4° C.

An 6 Abenden hatten wir Temperaturen zwischen 10.3° und 21.9°. Die Abnahme der Nachttemperaturen erfolgte im Laufe dieses Monats fast mit mathematischer Regelmäßigkeit.

Der Mai war erheblich kühler als der April. Von 12 Morgentemperaturen lagen 2 unter Null (Minimum —5.5° C. 19. Mai 6 h 30 am). Das größte absolute Nachtminimum, das mit einem Minimumthermometer bestimmt wurde, war am 18./19. Mai —7.2° C. 5mal lag die Temperatur zwischen 5—10° C., 3mal zwischen 10 und 15°, 2mal über 15° (Maximum 19.5° C. am 7. Mai 8 h am).

Mittags 12 h lagen bei 9 Messungen die Temperaturen 8mal zwischen 21° und 29° C., einmal 15.3° C. (30. Mai). An 4 Tagen wurde auch um 2 pm gemessen und war das Verhältnis zu der Temperatur um 12 h folgendes:

1. Mai ²Garu	0 h	29° C.
	2 h	30° C.
3. Mai ²Nausib	0 h	28° C.
	2 h	29.5° C.
8. Mai ²Debe	0 h	25.2° C.
	2 pm	27.2° C.
30. Mai Makaus Dorf	0 h	15.3° C.
	2 pm	19° C.

Die niedrige Temperatur am 30. Mai wurde durch den eisigen S.S.W., der an jenem Tage blies, hervorgerufen.

10mal wurden die Abendtemperaturen bestimmt. 3mal 5—10, einmal 10—15, 5mal 15—20 und einmal 21.2° C. als Maximum am 14. Mai 7 pm. Das Minimum war 8° C. am 30. Mai 7 pm.

Während des größten Teils des Monats wehten die O.- bis N.O.-Winde der Trockenzeit. Eine Abweichung erfolgte 2mal. Am Nachmittag des 14. Mai, in Sedanna, brach ein heftiger Gewittersturm aus N.W. herein mit etwas Regen. Es folgte nun eine Kälteperiode bei vorherrschenden südlichen und südöstlichen eisigen Winden. Das geschah während unseres Marsches durchs Schadumtal. In jeder Nacht hatten wir Frost, häufiger als die sehr lückenhaften Messungen angeben. Am 22. Mai abends brach nach Sonnenuntergang ein Gewittersturm aus W. mit etwas Regen herein, am 23. Mai um 8 pm ein gleicher aus N.W. mit Regenschauern, und mehrere andere Gewitter folgten in der Nacht. Westlich von uns fiel anscheinend ziemlich viel Regen. Am 24. Mai ging wieder ein Gewittersturm mit etwas Regen über uns weg. Vom 25.—29. Mai hatten wir „normales“ Wetter bei östlichen Winden, am 30. Mai in Makaus Dorf blies aber den ganzen Tag lang ein eisiger S. bis S.S.W., der die Temperatur sehr stark herabsetzte. Schon der folgende Tag brachte aber östliche warme Winde.

Im Juni hatten wir ein relativ gleichförmiges Wetter. Dauernd N.O.-Wind, keinen Regen und recht hohe Temperaturen. Frost wurde nur einmal beobachtet, am 6. Juni in Gani 7 h am — 3.7° C. Das Nachtminimum war damals — 4.8° C. Von 5 anderen Morgentemperaturen lag eine unter 5°

(4.6° C.), zwei zwischen 5—10°, eine 10—15°, und als Maximum wurde 15.2° C. beobachtet, am 11. Juni 8 h am in Andara.

Mittags 12 h wurde 8 mal beobachtet. 6 mal lag die Temperatur zwischen 20—25° C. Das Minimum war 19.5° C., das Maximum 26.4° C. Die Temperatur war also recht gleichmäßig. Häufig war aber der Himmel bewölkt, seit dem 9. Juni in jeder Nacht total, daher waren die Nächte recht warm, und selbst dicht am Fluß fiel keine Spur von Tau. Erst am Ende des Monats waren die Nächte wieder klar.

Der *Juli* hatte in diesem Jahr ganz abnormes Wetter, weil er zum großen Teil unter dem Einfluß der westlichen Winde stand. Infolgedessen war er kalt, kälter als der Juni, und das überschwemmte Land, durch das wir zogen, dürfte wesentlich zu der Abkühlung beigetragen haben.

Die Kälteperiode begann am 8. Juli mit einem schneidenden Südwestwind, der durch Mark und Bein ging. Er hielt bis zum 14. Juli an. Die Nächte waren sehr kalt, und allnächtlich sank das Thermometer unter Null. Die tiefste Temperatur war — 5.8° C. nachts 9./10. Juli.

Von 14.—18. Juli hatten wir relativ warmes Wetter bei Ostwind, allein nachts auch sehr niedrige Temperaturen um 0 herum.

Von 19.—24. Juli folgte aber ein eisiger Südoststurm, der orkanartig zu nennen war und unausgesetzt Tag und Nacht blies. Die Fläche des Ngami war eine Aschenwolke, und ein Staubmeer bedeckte die Ebene der Kalahari.

Die Mittagswärme war im Juli auch gering. Während der Periode der Frostnächte stieg das Thermometer mittags nicht über 20° C. Minimum 17.2° C. am 10. Juli 12 h. Selbst an den wärmsten Tagen lag die Mittagstemperatur zwischen 20—25° C., und das Maximum war nur 25.2° C. am 12. Juli 12 h. Regen fiel aber im ganzen Monat nicht. Ende Juli begannen wieder die N.O.-Winde und damit eine gleichmäßige Temperatur.

August und *September* hatten das „normale“ Wetter, heiße Tage, warme Nächte, tagsüber einen trockenen warmen O.- bis N.O.-Wind. Westliche Winde fehlten.

Der *Oktober* war sehr heiß. In Lotlakane fiel am 26. Oktober der erste Regen im Anschluß an ein Gewitter am Morgen. Es folgte ein kühler bewölkter Tag. Am 27. Oktober abends, etwas westlich von Mahtschoai, folgte ein zweites Gewitter mit etwas Regen. Es waren dieses wohl die ersten Vorboten der Regenzeit.

Im *November* habe ich nur wenige Beobachtungen machen können. Am Abend des 1. November hatten wir in Loale einen Gewittersturm aus N.O., der bei uns ohne Regen vorüberging, aber südlich von uns fiel er stark. In der Nacht 3./4. November westlich von Palapye ging ein Gewittersturm aus O. über uns fort, bei dem nur wenige Tropfen fielen, allein bei Palapye regnete es sehr stark, wie wir am nächsten Morgen sahen.

Hiermit enden meine spärlichen und lückenhaften Aufzeichnungen, die, wie ich wohl weiß, nur von sehr bescheidenem Wert sind, aber vielleicht doch einige interessante Fragen anzuregen imstande sind. Betrachten wir kurz das Resultat.

Die *Sommerregen* begannen im Jahre 1896 und 1897 Ende November; Vorboten zeigten sich schon früher. Die Hauptregen fielen im darauffolgenden Dezember und Januar. Februar, März und April hatten weniger Regentage. Die Niederschläge sind an Gewitter gebunden, fallen oft sehr strichweise und unregelmäßig. Infolgedessen müßte man an vielen Stellen längere Zeit hindurch beobachten, um auch nur annähernd den durchschnittlichen Regenfall berechnen zu können. Auch die einzelnen Jahre sollen sehr schwankende Verhältnisse aufweisen. Es gab Jahre, wo erst im Februar, selbst im März die ersten Regen fielen und die Vegetation aufs schwerste litt.

Die Sommerregen fallen bei östlichen Winden, und zwar sowohl bei S.O.- wie N.O.-Winden. Es scheint also dieser Teil Südafrikas im Übergangsgebiet des S.O.-Passats und N.O.-Monsuns zu liegen.

Für die Beurteilung der Höhe der Niederschläge fehlt jeder Anhalt. Ich möchte aber mit Rücksicht auf die Wassermenge, die manche Sandpfannen halten, glauben, daß Regenmengen von 400—500 mm nicht zu den Seltenheiten gehören. Ich halte es wenigstens für sehr fraglich, ob das Ngamiland noch innerhalb der Zone mit weniger als 250 mm Regen liegt, wie die Regenkarte *Supans* es darstellt.[10])

Die Trockenzeit beginnt im Laufe des April. Der Mai gehört jedenfalls schon ganz jener an. Regelmäßige östliche Winde am Tage, kühle bis kalte, oft taureiche Nächte, mäßige Tageswärme charakterisieren den Mai, Juni und Juli. Im Jahre 1897 war der Juni am kältesten, 1898 der Juli. August, September, Oktober und November haben sehr heiße Tage, warme taufreie Nächte. Mit dem Beginn der Regen nimmt die Hitze entschieden ab.

Bemerkenswert ist das Auftreten der heftigen Nachtstürme, die meist von O. nach W., im Bamangwatoland auch von N. nach S., brausen und in dem Mahnrafeld am stärksten auftraten. Wie im Kongo- und in dem Nyassa-Tanganyika-Gebiet fehlt bisher jegliche Erklärung für diese Nachtstürme in völlig ebenem Lande.

Vom Mai bis zum Juli nun macht sich der Südwestwind mit Winterregen, wie schon früher von *Schinz* und andern beobachtet wurde, häufig geltend, meist in jedem Monat einmal. Weiße Wolkenmassen, die hoch oben aus S.W. heranziehen, künden gewöhnlich den Westwind an. Dieser selbst bricht oft mit Gewitter und schwachem Regen herein, kühlt die Luft empfindlich ab, und in seine Zeit fallen die Frostnächte. Häufig tritt er als eisiger Südwind und selbst Südostwind — dann ohne Regen — auf. Ob die Gewitter und Regen im August und September 1896 in Palapye und ebenso die Gewitterregen im Oktober 1897 und 1898 auf den Südwestwind zurückzuführen sind, ist fraglich. Sie mögen Vorboten der Sommerregen gewesen sein.

Die Winterregen sind meteorologisch sehr interessant, und ich möchte die Erklärung *Schencks* bezüglich der sie begleitenden Regen für zutreffend halten. Von Bedeutung für die Vegetation und die Tierwelt sind sie nicht, da sie sehr schwach sind. Obwohl bisher noch niemals in der Kalahari hygrometrische Beobachtungen angestellt worden sind, kann man aus der Tatsache, daß trotz der sehr starken plötzlichen Abkühlungen nur wenig oder kein Regen fällt, auf sehr trockene Luft schließen. Als Kältebringer wirken die Winde mehr ungünstig als günstig. Dagegen ist das Auftreten der Südwestwinde von sehr großer Bedeutung für die hypsometrischen Messungen. Die Windwechsel sind naturgemäß durch lebhafte Barometerschwankungen hervorgerufen, und zwar sind die Perioden der Westwinde von erhöhtem Luftdruck begleitet. Dieser wirkt sehr stark auf die Berechnung der Höhen ein. Einige Beispiele werden die Unsicherheit der barometrischen Messungen beweisen.

III. Die Höhenmessungen.

Herr *v. Elsner* hat mit großer Sorgfalt und unter Anwendung komplizierter Methoden meine Kochthermometerbestimmungen berechnet. Die Aneroidablesungen konnten nur in beschränktem Maße benutzt werden, weil das Instrument zu unzuverlässig war.

Seine Berechnungen ergaben nun, daß die erhaltenen Werte sehr wechselnd sind.

Z. B. der Seeboden des Ngami ist sicherlich horizontal, mindestens sind die Niveaudifferenzen verschwindend gering. Herr *v. Elsner* erhielt folgende Werte:

1.	Toting	28. April 1897	920 m	
2.	Lituiwa	30. April 1897	930 m	
3.	Bolibing	1. Mai 1897	950 m	
4.	Bolibing	23. Juni 1897	940 m	
5.	Maschabing	12. Juli 1897	930 m	
6.	Ngamifluß	23. Juli 1897	960 m	
		Mittel	938 m	

Alle diese Punkte liegen in nahezu einer Ebene. In 4 Tagen schwankte also das Barometer so, daß eine Differenz von 30 m herauskommt. In diesen Tagen ging die Regenzeit definitiv in die Trockenzeit über, denn die Nacht 2/3. Mai war zum ersten Mal kalt. Lassen wir die Bestimmungen 1 und 2 fort, so ergibt das Mittel aus 3—6 die Meereshöhe 945 m, eine Höhe, die gut zu der *v. François'* ermittelten (940 m) stimmt.

Ein anderes Beispiel für die nur relative Richtigkeit der Berechnungen sind die Höhen im Okavangosumpfland.

Dasselbe bildet unzweifelhaft eine Ebene, die sich von N. nach S. senkt. Demnach müssen die Höhen von N. nach S. abnehmen.

Herr *v. Elsner* fand aber folgende Werte:

Kapinga 1000 m. Sumpfland also ca. . . .	990 m	4. Juni 1898
Makaus Dorf	930 m	30. Mai 1898
Massubia Dorf	950 m	10. Juli 1898
'Gau	930 m	15. Juli 1898
Naka a letschwi (Mittel aus 3 Beobachtungen)	950 m	
Maschabing (neues Lager)	980 m	28. Febr. 1898
Maschabing, altes Lager am Ngamisee . . .	930 m	12. Juli 1897

Die Unmöglichkeit solcher Höhenlagen ist ohne weiteres klar. Besonders auffallend ist die Differenz zwischen Kapinga und Makaus Dorf — 60 m —, obwohl zwischen beiden Beobachtungen nur 5 Tage liegen. Makaus Dorf liegt viel zu tief. Kapinga dürfte dagegen im Verhältnis zum Ngami (945 m) und Andara 1060 m annähernd richtig liegen. Dann müßte Makaus Dorf mindestens 980 m hoch sein, das Massubia Dorf ca. 970 m, 'Gau aber, wie Naka a letschwi 950 m.

Sicher falsch ist auch die Höhe des neuen Lagers in Maschabing — 980 m. Es kann, wenn man auch seine Lage auf der Flußsandanhäufung berücksichtigt, höchstens 955—960 m hoch liegen.

Für Chanse fand Herr *v. Elsner* folgende Werte:

13. Mai 1897	1190 m
28. Mai 1897	1150 m
13. Juni 1897*)	1140 m

Also eine Differenz von 50 m!

Daß auch gut übereinstimmende Werte gefunden wurden, die die Richtigkeit der Beobachtungen an sich beweisen, zeigt das Beispiel von Kubi und Geierpfanne, die beide dicht beieinander in gleichem Niveau liegen:

Kubi	10. Mai 1897	1090 m
Geierpfanne	9. Mai 1897	1090 m

Ich glaube nicht, daß die Abweichungen durch Unzuverlässigkeit der Beobachtungen erklärt werden können, — ich habe mir wenigstens stets Mühe gegeben, sie sorgfältig auszuführen. Noch weniger kann die Methode der Berechnung verantwortlich gemacht werden, denn Herr *v. Elsner* hat dieselbe

*) Von Herrn *v. Elsner* — durch meine Schuld — auf 'Kchautsa W. bezogen.

anerkanntermaßen mit ungewöhnlicher Sorgfalt ausgeführt. Ich glaube vielmehr, daß der Luftdruck in jenen Gebieten ganz auffallend schwankend ist.

Während der Regenzeit folgen, wie die Beobachtungen zeigen, Perioden von Regentagen und Trockenheit abwechselnd aufeinander. Da die Regen mit kräftigen Gewitterstürmen einhergehen, müssen sehr schwankende Luftdruckverhältnisse vorhanden sein. Während der Trockenzeit setzen aber die Westwinde ein, oft mit Sturm und Gewitter, selbst als Orkane. Nun zeigt es sich, daß bei westlichen Winden geringere Höhen herauskommen, als bei östlichen, d. h. bei sozusagen „normalem Trockenzeitwetter“.

So ergibt die Berechnung für Chanse am 13. Mai 1897 bei regulärem östlichen Wind die Höhe von 1190 m, am 13. Mai 1897 aber während der Periode der Südwestwinde 1140 m.

Sehr deutlich zeigen auch die Aneroidablesungen, selbst wenn das Instrument nur mäßig war, den Hochstand des Luftdrucks bei Westwind.

In [3]Neits-o und [2]Nuchu hatten wir im Mai warmes trockenes Wetter mit Ostwind, im Juni aber den schneidenden Südwind mit eisiger Kälte.

16. Mai 1897	6 h 30 am	4.2° C.	26.70 Zoll	Trockenes Wetter bei nordöstlichen Winden
	2 h pm	28.1° C.	26.66 „	
	8 h 15 pm	12.7° C.	26.74 „	
17. Mai 1897	6 h 30 am	10° C.	26.74 „	
	1 h 30 pm	29.6° C.	26.68 „	
	8 h pm	18° C.	26.66 „	

Dagegen im Juni:

7. Juni 1897	7 h 30 am	+ 7° C.	26.92 Zoll	Eisiger S.S.W.- bis S.-Wind bis Sturm
	8 pm	+ 8° C.	26.96 „	
8. Juni 1897	6 h 30 am	— 3.5° C.	27.04 „	
	8 pm	+ 5.2° C.	27.00 „	
9. Juni 1897	6 h 30 am	— 0.02° C.	26.98 „	

In derselben Weise schwankte der Luftdruck in [2]Kehautsa W. im Mai und Juni:

25. Mai 1897	7 h pm	16.4° C.	26.79 Zoll	Trockenes Wetter bei nordöstlichem Wind
26. Mai 1897	6 h 30 am	11.2° C.	26.76 „	

9. Juni 1897	9 h pm	6.6° C.	26.93 Zoll	Eisige südliche, südöstliche bis östliche Stürme
10. Juni 1897	8 h 20 am	6.2° C.	26.96 „	
	9 h pm	7° C.	26.90 „	
11. Juni 1897	7 h 15 am	— 0.02° C.	26.95 „	
12. Juni 1897	7 h am	— 0.03° C.	26.99 „	

In Chanse war der Luftdruck in mm (v. Elsner):

12. Mai 1897	8 pm	20° C.	680.0	Trockenes Wetter, nordöstliche Winde
13. Mai 1897	7 am	11° C.	680.0	
14. Mai 1897	7 pm	19° C.	676.4	
15. Mai 1897	6.30 am	10° C.	677.7	
27. Mai 1897	8 pm	13° C.	683.0	Wind nicht notiert
28. Mai 1897	7.30 am	6° C.	683.0	
13. Juni 1897	8 am	5.2° C.	685.0	Kalte S.W.-Winde.
14. Juni 1897	7.30 am	4.0° C.	685.3	

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß während des Einflusses der westlichen Winde ein höherer Luftdruck herrscht, der die Berechnung der Höhen stark beeinflußt in negativem Sinn, d. h. man erhält geringere Werte als bei den östlichen Winden der normalen Trockenzeit.

Die Differenz kann, wie das Beispiel von Chause zeigt, 50 m betragen. Wenn man also nicht weiß, bei welchen Winden die Beobachtungen gemacht wurden, so wird man eine Korrektur von ± 50 m für möglich halten müssen.

Die falsche Lage von Makaus Dorf kann so unschwer erklärt werden. Bei dem starken S.S.W.-Sturm war der Luftdruck abnorm hoch, die Höhe 930 m ist also zu gering und die Erhöhung um + 50 m liegt durchaus innerhalb der Grenzen der Korrektur.

Theoretisch dürften die kalten Südwest-, Süd- und Südostwinde wohl durch Verschiebung des Minimums nach Norden und Nachrücken des südlichen Maximums, das über der südlichen Kalahari und dem südatlantischen Ozean westlich des Oranje liegt, erklärt werden können. Es liegt dann wohl ein Minimum über dem oberen Sambesigebiet oder noch nördlicher.

IV. Die Abnahme der Niederschläge in Südafrika.

Wenden wir uns nun diesem wichtigen Problem zu! Wir kennen ja Südafrika nur seit relativ kurzer Zeit. Die ersten wissenschaftlichen Reisen fanden im 18. Jahrhundert statt, aber damals schon hörte man von den Kolonisten Klagen über die Abnahme des Wassers und der Regen. Eine solche Veränderung mußte ja in dem trockenen subtropischen Klima des Kaplandes sehr bald auffallen. Hängt doch der dortige Farmer ganz wesentlich von den Regen ab, die das Weidegras wachsen lassen, von den spärlichen Quellen, die seinen Herden und ihm selbst das notwendige Trinkwasser liefern.

Nun ist es ja bekannt, daß gerade die Subtropen häufig sehr wechselnde Niederschlagsmengen haben; in manchen Jahren fällt sehr viel, in andern wenig Regen. Auch mögen Perioden größerer und geringerer Niederschläge, entsprechend den 35jährigen Brücknerschen Klimaschwankungen auftreten. Dazu kommt ein Moment, das gerade bei der Entwickelung junger Kolonien häufig eine Rolle gespielt hat, die Entwaldung. Man wird also von vornherein bei einer Erklärung von Beobachtungen über Abnahme der Niederschläge, auch wenn man die Beobachtungen selbst für durchaus zuverlässig hält, vorsichtig sein. Sehr auffallend ist es aber doch, daß in der ganzen großen Literatur auch nicht ein mal die Behauptung aufgestellt wird, die Niederschläge nähmen zu, daß dagegen aus ganz Südafrika, und zwar nicht bloß südlich des 12. Grads südlicher Breite, Nachrichten über Austrocknung des Landes seit historischen Zeiten in großer Zahl vorliegen.

Art und Wert solcher Nachrichten sind recht verschiedenartig. In selteneren Fällen beziehen sie sich direkt auf die Niederschläge selbst — von direkten Messungen ganz zu schweigen —, meist vielmehr auf den Wasservorrat im Lande, der in Gestalt von Brunnen, Quellen, Bächen, Teichen vorhanden ist und an denen eine Abnahme im Gehalt, ein periodisches oder selbst dauerndes Versiegen in historischen Zeiten eingetreten ist.

Im Nachfolgenden möchte ich nun einige Angaben über die Austrocknung in verschiedenen Gegenden machen.

Im Kapland hat schon *Lichtenstein*[1]) Nachrichten über die Abnahme der Niederschläge im Roggeveldgebirge gesammelt. Alte Leute versicherten übereinstimmend, vor 50 und mehr Jahren — also um 1750 — sei solch' ein Überfluß an Wasser im Sommer gewesen, daß sich die Nachbarn wegen der ausgetretenen Flüsse und Sümpfe nicht besuchen konnten. In den heißen Monaten (also Südsommer) verging keine Woche ohne reichliche Gewitterregen. Jetzt kommen dieselben kaum noch vor. Auch von dem Versiegen einer früher sehr starken Quelle in der Karro macht er Mitteilung.[2])

Über die Abnahme des Wasservorrats im Oranje-Freistaat hat man sehr üble Erfahrung gemacht, und vor dem Ausbruch des Krieges plante man eine

Kommission zu ernennen, die die Ursachen der starken und bedrohlichen Wasserabnahme erforschen und eventuell Maßregeln zur Abhilfe vorschlagen sollte.

Im südlichen Betschuanenland und Westgrikwaland haben wir Nachrichten von *Moffat*. Er stellte die rapide Abnahme des Kurumanflusses fest und das Versiegen vieler Quellen desselben Gebiets, sowie in Westgrikwaland. *Fritsch'* Erkundigungen weisen auch auf eine Austrocknung des letzteren Gebiets[13] hin. Nach *Pfeil*[14]) war der Oranje früher viel wasserreicher.

Sehr wichtige Nachrichten hat *Livingstone* gesammelt. Der Distrikt Kuruman[15]) sei in nicht ferner Vergangenheit ein so reich bewässertes Land gewesen, wie die Gegend nördlich des Ngami. Frühere Rinnsale und Flußbetten seien versiegt, viele Quellen, die Kalktuffmassen in ihrer Umgebung abgesondert hätten, verschwunden. An mehreren Brunnen und Flüssen war eine Abnahme, resp. ein Verschwinden des Wassers zu erkennen. Der einst fischreiche, also dauernd fließende Kolobeng[16]) trocknete zu *Livingstones* Zeit aus und hat seitdem nie wieder Wasser geführt. Lepelole[17]), eine Höhle, die wohl im Malmanidolomit des südlichen Betschuanenlandes liegt, entsandte früher einen Wasserstrom, der jetzt versiegt ist.

Lopepe[18]), ein Wasserplatz im westlichen Bamangwatoland, war bei dem ersten Besuch *Livingstones* ein großer Tümpel, aus dem ein Bach nach Süden floß, bei dem zweiten Besuch konnte er nur durch Graben Wasser finden. *Livingstone* selbst schließt hieraus auf allmähliche Austrocknung des Landes.

Sserotli[19]), das westlich von Schoschong liegen muß, war früher, als Ssebituane durch die Wüste zog (ca. 1830—40), ein großes Wasserbecken, zu *Livingstones* Zeit aber nur noch ein einfaches Brunnenloch.

Dieser Zug Ssebituanes wäre heutzutage schwer möglich. Früher war der Regen in der Wüste reichlicher, daher konnten, wie *Livingstone*[20]) hervorhebt, die Eingeborenen vom Bakwenaland (Mittleres Betschuanenland) aus regelmäßig direkt zum Ngamisee gehen. Das ist heutzutage meines Wissens überhaupt nicht möglich.

Der Makoko war früher, wie sich alte Leute zu *Livingstones* Zeit noch erinnerten, ein wasserreicher Strom.[21])

Auf die Angaben *Livingstones* über den Ngamisee und das Flußgebiet des Botletle möchte ich zum Schluß eingehen.

Chapman hat eine Reihe von Beobachtungen über das Austrocknen des Landes gemacht. Abgesehen von den zahlreichen trockenen Flußbetten, stellte dieser Reisende die Abnahme, resp. das Verschwinden des Wassers in zahlreichen Fällen von 1855—1862 fest, so z. B. in dem ganzen Kalkpfannengebiet nördlich der Ntwetwe und Soapfanne. Die Eingeborenen sagten, das Land sei tot.[22]) Die Kalkpfannen des Chansefeldes waren bei *Chapmans* Reise im Jahre 1861—62 ganz leer, bei seiner ersten Reise 1855 dagegen voll.[23])

Die Quelle in Olifantskloof floß damals so stark, daß die ganze Schlucht von einem Bach erfüllt war und das Wasser sich im Sand der Ebene verlor. Damals schon stellte *Chapman* eine rapide Abnahme fest,[24]) heutzutage ist das Wasser auf einige kleine Tümpel hoch oben am Plateaurand beschränkt.*)

Zu *Anderssons*[25]) Zeit klagten Herreros und Namas, daß die Regen so sehr abnehmen. Er meint, die Zerstörung der Wälder allein könne der Grund nicht sein, man müsse sich nach einer andern Ursache umsehen.

Baines bringt nichts Neues. Wie *Chapman* betont er das Austrocknen des Chansefeldes.

Schinz[26]) bestätigt die Abnahme der Niederschläge in Deutsch-Südwestafrika und macht die Entwaldung dafür verantwortlich.

*) Inzwischen ist die Quelle nach persönlicher Mitteilung von Herrn Oberleutnant Doering, der sie im Jahre 1902 besuchte, ganz versiegt.

Nach *v. François*[27]) versicherte ein alter Buschmannhäuptling, der schon *Green* zum Okavango geführt hatte, das Kaukaufeld sei sehr trocken geworden. Viele Kessel, die jetzt dauernd trocken lägen, hätten früher regelmäßig Wasser gehabt. Der Apate floß früher, d. h. in der Kindheit des Berichterstatters, öfters nach dem Ngami zu ab, seit langen Jahren ist das nicht mehr vorgekommen.

Am Okavango glaubte *v. François* deutliche Spuren der Austrocknung zu finden.

Nach Graf *Pfeil*[28]) ist das Gebiet vom südlichen Rietfontein in historischen Zeiten erheblich trockener geworden.

In einer anonymen Arbeit[29]) über das Herrereland wird eine Abnahme der regenbringenden Ostwinde und eine Zunahme der trockenen Westwinde behauptet.

Nach *Pechuel-Lösche*[30]) war das Sandfeld am Kuisip früher nicht so ausgedehnt, die Dünen niedriger, als heute. Ein alter Buschmann erinnerte sich aus seiner Jugend der Zeit, da man ohne Flugsand zu passieren von Walfischbai ins Innere dringen konnte.

Alle diese zahlreichen, aber bei weitem nicht erschöpfend zusammengestellten Beobachtungen über die Abnahme des Wassers, über das Versiegen von Quellen und Bächen aus ganz verschiedenen Gegenden und von ganz verschiedenen Gewährsmännern beweisen, daß tatsächlich eine starke Wasserabnahme in historischer Zeit stattgefunden hat. Vorsichtiger muß man die Angaben von Abnahme der Niederschläge aufnehmen. Daher haben vorsichtige Beobachter, die die Verschlechterung des Klimas keineswegs leugnen, wie *Fox Wilson*[31]), *Pechuel-Lösche, Schinz, Dove* u. a., mit vollem Recht die Entwaldung, die zweifellos in manchen Gegenden in großem Umfang eingetreten ist, zur Erklärung des Phänomens herangezogen. Indes kann man in vielen Fällen feststellen, daß Entwaldung nicht stattgefunden hat, so z. B. in der ganzen weiten Kalahari und auf den früher wasserreichen Kwebebergen.

Man kann auch an periodische Klimaschwankungen im Sinne *Brückners* denken. Dafür spricht die Tatsache, daß zu meiner Zeit das Chansefeld mehr Wasser hatte, als *Baines* und *Chapman* fanden. Kontinuierlich ist der Prozeß der Austrocknung also sicher nicht. Jahre stärkerer und geringerer Niederschläge wechseln miteinander ab, vielleicht auch Perioden.

Gibt es nun Beobachtungen, die darauf hindeuten, daß der Prozeß der Austrocknung, unbeschadet unregelmäßiger Jahresniederschläge, doch seit einer längeren Zeit stattgefunden hat? Beobachtungen, die von der Tradition unabhängig sind, sich also auf geologische Verhältnisse beziehen?

Wir wollen uns dem Ngamisee und dem Flußsystem des Botletle zuwenden.

Livingstone[32]), der erste Europäer, der den See sah, wies nicht nur auf den wechselnden Stand des Sees hin, der von der jährlichen Flut von Juni bis August abhing, sondern auch auf die erheblich größere Ausdehnung in früherer Zeit. Die ganze Westseite sei früher Seeboden gewesen. Nach der Schilderung der Eingeborenen war der Tauche einst viel wasserreicher und so reißend, daß er Baumstämme, Antilopen und selbst Flußpferde mit sich führte, ähnlich dem Oranje[33]), in dessen Bett nach der Hochflut die plumpen Dickhäuter oft genug in den Kronen hoher Bäume zappelten, eine wehrlose Beute der Buschmänner und Kolonisten. Die Baumstämme im Ngami wurden vom Wind nach Westen getrieben und im Schlamm vergraben. So erklärt sich die Beobachtung *Anderssons*[34]) von Baumstämmen im See, die er durch eine frühere Periode geringeren Wasserstandes zu erklären suchte. Im übrigen weist auch gerade *Andersson* auf die starke Abnahme des Wassers in historischen Zeiten hin, und wo jetzt Wald steht, weideten früher Flußpferde.

Mit großer Entschiedenheit tritt *Chapman*[35]) für eine starke Wasserabnahme des Sees in jüngster Zeit ein. Die Wassermasse sei enorm zurückgegangen, im

Laufe der letzten 20 Jahre — also 1833—1853 — um 2—3 miles*), und viele Leute erinnern sich der Zeit, wo sie mit ihren Kanus zwischen den Kronen der Uferbäume fahren konnten. Die Wellen waren zuweilen so stark, daß sie Flußpferde ans Ufer warfen, und sie rasten wie Donner. *Chapman* fand den See im November 1853, also etwa bei Mittelstand, in maximo 12 Fuß tief. 1861 war er schon viel flacher und die Ufer so schlammig, daß das Landen schwierig war.

1886 fand *Schinz* bereits eine so breite Schilfzone am Westufer, daß er die Seefläche gar nicht zu Gesicht bekam.

Fleck[36]), der 1891 an der West- und Südküste reiste, sah nur bei Mepatelu, einem ehemaligen Dorf, das einige Kilometer westlich von Toting, etwa am Westende der Grünsteinbucht, liegt, offenes Wasser. Er befuhr den See einmal nicht ganz bis zur Mitte hinaus, und 5 Fuß war die größte gemessene Tiefe. Er macht eine begeisterte Schilderung von der Schönheit und dem Reichtum der Tier- und Pflanzenwelt. Im Jahre 1896, also fünf Jahre später, war der See „tot“, eine braune, häßliche, trockene Schilffläche mit grauem, lockerem Ascheuboden.

1897 erreichte die Hochflut vom Ssiróefluß her wohl den See, hat ihn aber nicht anfüllen können. Das Wasser verschwand bald wieder. Im folgenden Jahre war der Wasserstand des Tauche viel geringer, 1899 dagegen so enorm, daß sich der See teilweise wieder füllte und zwar von Osten her. Davon später mehr.

Gehen wir nun zum Tauche über. Dieser Fluß mündete früher in den Ngami, und *Andersson* befuhr ihn im Jahre 1854, *Chapman* 1855. Er war 60 Fuß breit, sehr tief, und im August, also zur Flutzeit, war die Strömung meist 2—3 miles, stellenweise 5 miles pro Stunde.**) Vor der Mündung lag eine Barre im See, über die man die Kanus ziehen mußte.

Heutzutage endet das Wasser des Tauche südlich von ꞌGau. Wann die Arme zwischen dem See und ꞌGau definitiv trocken wurden, ließ sich nicht genau feststellen. *Schulz* kreuzte 1885 in der Gegend von Kukus Stadt noch einen Fluß von 40 Yard Breite und 4 Fuß Tiefe. Er sagt nichts davon, daß der Tauche nicht in den See münde. Ebensowenig äußert sich *Schinz* hierüber. Er bemerkt nur, daß das überschüssige Hochwasser den See erreiche.[37])

Fleck (1891) berichtet nichts von dem Tauche und seinem Verhältnis zum Ngami.

Müller, der seit 1887 im Lande war, sah den Tauche noch einmünden und fand ihn an Flußpferden reich.

Der Zufluß zum Ngami hörte anscheinend um 1895 endgültig auf, und damit begann die schnelle Trockenlegung des Sees. Die Eingeborenen erklären die eingetretenen Veränderungen in folgender Weise. Die Makuba brachten auf Schilfflößen den Korntribut nach Denokaning herab. An der Stelle, wo die Schiffahrt endete, blieben die Flöße liegen, verstopften den Fluß, und dadurch sei der Unterlauf des Tauche trocken gelegt worden.

Müller hält diese Erklärung für richtig und hat sogar dem Häuptling Vorschläge zur Beseitigung der Schilfmassen gemacht.

Schinz und *Fleck* fanden nördlich des Sees an den jetzt trockenen Armen des Tauche ausgedehnte Schilfflächen, die wohl teilweise noch sumpfig waren. Wenigstens zeichnet *Fleck* fälschlicherweise den Ngami bis herauf nach Kukus Gehöft.

Der Ngami bekommt einen zweiten Zufluß aus N., den Ssiroefluß, der in den Ngamifluß kurz vor seinem Ausgang aus dem Ngami mündet. Derselbe kommt wahrscheinlich aus dem Boro-System.

---

*) Das kann nur für die flache Westseite des Sees gelten, die z. T. noch weithin mit Schilf bestanden ist, nicht aber für die Nord- oder gar Südseite.

**) 3 miles pro Stunde entspricht der Geschwindigkeit eines mäßigen Fußgängers.

Der Ngamifluß, der sich mit dem Tamalakane vereint und als Botletle zu dem Salzpfannenbecken geht, war nach *Livingstone* und *Chapman* einst ein Ausfluß aus dem See nach Osten hin. In historischen Zeiten hat er aber diese Rolle nicht mehr gespielt, war vielmehr ein Zufluß aus dem Tamalakane. Das Land zwischen See und Tamalakanemündung ist anscheinend eine Ebene, und deshalb floß das Wasser bald nach O., bald nach W., je nach dem Hoch- und Tiefstand des Sees und des Tamalakane.

Bei Toting fand *Andersson* den Fluß 150 Ellen breit, tief und völlig stillstehend.

Zu *Schulz'*[38]) Zeit bestand noch eine vollständige Wasserstraße vom See zum Tamalakane. Der Fluß war bei Toting 80 Yard breit, 20 Fuß tief (Anfang Oktober also bei Tiefstand).

Fleck[39]) beschreibt ihn im Juli 1891 (also bei Hochstand), ebenfalls bei Toting, als einen nur 50 Schritt breiten Strom, der von Schilf eingefaßt war. Er war also schon erheblich kleiner.

Zu meiner Zeit ging das Wasser aus dem Tamalakane bei Tiefstand bis Komaning, bei Hochflut kam es 1898 noch nicht einmal bis Lekala.

Der Tamalakane hat ein tiefes Bett, scheint aber nicht sehr breit zu sein. Im Juli 1897 fuhr ich mit einem Boot einige hundert Meter aufwärts.

Der Botletle hat, wie alle Beobachter feststellten, eine sehr wechselnde Wassermenge. Während der Flutzeit kann er hoch anschwellen und sein Bett ausfüllen. Dann ist oder vielmehr war er als Schiffahrtsstraße benutzbar. *Chapman* hat ihn noch mit beladenen Kanus befahren. Während des Tiefstandes aber hatte er zu meiner Zeit streckenweise nicht einmal einen zusammenhängenden Wasserfaden, und sein Bett kann dann stellenweise als Wagenstraße benutzt werden.

Im Makarrikarribecken bildet ein Arm des Botletle einen alten See, *Livingstones* Kumadau, *Chapmans* Chapos Swamp. Im Anfang der achtziger Jahre war dieser Schilfsumpf — Litaka der Eingeborenen — so wasserreich, daß die Trekburen ihn „das Meer" nannten. *Schulz* mußte ihn in großem Bogen umgehen, wie wir noch das Tauchesumpfland. Wie heute noch in diesem Sumpfgebiet, gingen damals zahlreiche Flußbetten vom Kumadau aus und drangen in die Steppe ein. Wir selbst zogen bekanntlich 1896 durch das inzwischen ausgetrocknete Randgebiet des Sumpflandes hindurch und hatten Mühe, Wasser zu finden. 1897 aber wurde der Sumpf selbst auf neu angelegtem Wagenweg durchzogen.

Inzwischen trat aber vorübergehend eine Änderung ein. Im Südsommer 1898—99 fiel im Quellgebiet des Okavango so abnorm viel Regen, daß nicht nur der Ssiroe, sondern auch der Tamalakane im Juli 1899 den Ngami wieder erreichten und nach einer brieflichen Mitteilung Captain *Scolefields*, des damaligen Befehlshabers der Polizeitruppe, bis 20 miles von Toting füllten. Demnach reichte das Wasser etwa bis Litutwa. Der Botletle war so voll, daß sein Bett für Wagenverkehr unbenutzbar war. In das Makarrikarrigebiet, besonders in den alten Kumadau, drang das Wasser so schnell und überraschend ein, daß die Menschen nur ihr nacktes Leben retten konnten. Kornvorräte und viel Vieh gingen zu Grunde.

Der Ngami sowohl wie der Kumadau blieben nicht lange gefüllt. Ersterer war nach Captain *Scolefield* bereits im Beginn des Jahres 1900 so gut wie trocken. Demnach hatte sich das Wasser kaum 6 Monate gehalten. Seitdem ist der See nicht wieder gefüllt worden.

Der Hauptarm des Botletle geht weiter nach Osten und erreicht die große Salzpfanne Ssoa oder Schua. *Chapman* erfuhr von den Buschmännern, daß die Pfanne früher stets Wasser gehabt habe, aber vor 30—40 Jahren, d. h. also im Beginn des 19. Jahrhunderts hätte der Zufluß vom Ngami her aufgehört.[40]) Seitdem

ist die große Pfanne, die auch vom Nata her Wasser enthält, nur noch vorübergehend gefüllt werden, vermutlich auch während der Hochflut von 1899; indes liegen bestimmte Nachrichten hierüber nicht vor.

Die Notizen über einen Rückgang der Wassermasse beschränken sich nicht aufs Okavangogebiet. Auch der Kwando und Sambesi waren beide früher viel wasserreicher. Zu der Ansicht gelangten wenigstens *Livingstone*, *Schulz* und *Holub*. *Livingstone* [11]) nahm einen großen Süßwassersee an, in dem sich die ausgedehnten Kalktufflager, die von den Makarrikarripfannen bis zum Kwando reichen, bildeten. Nach Durchbruch des Sambesi durch den Riegel an den Viktoriafällen sei der See abgeflossen und hätten sich die Flüsse in die alten Seeablagerungen eingeschnitten.

Das Amboland ist nach *Schinz* [12]) ein ehemaliges Seen- und Flußgebiet, erfüllt mit zahllosen Flußbetten, die wahrscheinlich einst vom Kunene aus gefüllt wurden. Die Etosapfanne aber sei ein Rest ehemals ausgedehnterer Brackwasserseen. Überhaupt war nach *Schinz'* Ansicht die Kalahari in früherer Zeit von einem System ausgedehnter Binnenseen bedeckt, deren Reste die Kalkpfannen seien. Das Ablagerungsprodukt derselben sei der Kalaharikalk. Genau derselben Ansicht ist auch *Fleck*, der die Kalksteine des Chansefeldes und des Ngamisees als Ablagerungen eines Sees auffaßt.

Ich möchte hier nicht weiter auf die zahlreichen Angaben über die Beschaffenheit der Kalahari in jüngst verflossenen geologischen Zeiten eingehen, begnüge mich vielmehr mit dem Hinweis darauf, daß eine Fülle von Beobachtungen nicht nur auf eine Wasserabnahme in historischer Zeit hinweist, sondern daß Ablagerungen, Flußbetten, alte Seeböden auf ein wesentlich anderes Klima und einen sehr viel größeren Wasserreichtum schließen lassen. Jedenfalls werden obige Ausführungen genügen, um die Behauptung zu rechtfertigen, daß sich in der Kalahari das Problem der Klimaänderung durchaus in den Vordergrund drängt und mit das Hauptinteresse beansprucht.

Anmerkungen.

[1]) Hauptquellen waren mir:
Hann: Handbuch der Klimatologie.
Hahn: Afrika. Leipzig 1901.
Wojeikoff: Klimate der Erde.
Supan: Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche. Ergänzungsheft No. 124 zu Petermanns Mitteil. Gotha 1898.

[2]) *Dove*: Südwestafrika. Petermanns Mitteil. Ergänaungsheft No. 120. 1896.

[3]) Es scheint mir persönlich sehr zweifelhaft zu sein, daß kaltes Auftriebwasser vorhanden ist, da nach allen Beobachtungen der S.W.-Wind mit großer Konstanz weht. Die gewaltige Einwirkung des kalten Wassers auf das Klima spricht auch für einen Polarstrom. Jedenfalls sind unsere Kenntnisse von den Strömungsverhältnissen an der südwestafrikanischen Küste noch zu mangelhaft, um ein Urteil zu gestalten.

[4]) *Schinz*: Deutsch-Südwestafrika. S. 447.

[5]) *Mohr*: Nach den Viktoriafällen des Sambesi.

[6]) *Schenck*: Deutsch-Südwestafrika im Vergleich zum übrigen Südafrika. Vortrag gehalten auf dem XIII. deutschen Geographentag in Breslau im Jahre 1901. Verhandl. d. XIII. deutschen Geographentags. Berlin 1901. S. 162 ff.

[7]) *Fritsch*: Das Klima Südafrikas. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. 1868.

[8]) *Dove*: Das Klima des außertropischen Südafrika. Göttingen 1888.

[9]) *v. Elsner*: Die Höhenverhältnisse des Ngamilandes nach den Beobachtungen von Dr. S. Passarge. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1900. S. 342 ff.

[10]) *Supan*: Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche. Ergänzungsheft zu Petermanns Mitteil. 1898.

[11]) *Lichtenstein*: Reisen im südlichen Afrika in den Jahren 1803—1806. Berlin 1811. Bd. I. S. 159.

[12]) — l. c. Bd. I. S. 193.

13) *Fritsch*: Das Klima Südafrikas. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. 1868.
14) *Pfeil*: Skizzen von Südwestafrika. Petermanns Mitteil. 1894. S. 2.
15) *Livingstone*: Missionsreisen. Bd. I. S. 139.
16) — l. c. Bd. I. S. 27.
17) — l. c. Bd. I. S. 13 u. 155.
18) — l. c. Bd. I. S. 71 u. 167.
19) — l. c. Bd. I. S. 107.
20) — l. c. Bd. I. S. 60.
21) — l. c. Bd. I. S. 194.
22) *Chapman*: Travels in the Interior of South Africa. London 1868. II. S. 61.
23) — l. c. I. S. 445.
24) — l. c. I. S. 322.
25) *Andersson*: Reise in Südwestafrika bis zum Ngami. Bd. II. S. 60.
26) *Schinz*: l. c. S. 482.
27) *v. François*: Mitteilungen aus deutschen Schutzgebieten. 1891. S. 207.
28) *Pfeil*: l. c. Petermanns Mitteil. 1894.
29) Petermanns Mitteilungen. 1878. S. 311.
30) *Pechuel-Lösche*: Zur Kenntnis des Herrerolandes. Ausland 1886. S. 823.
31) *Fox Wilson*: Water supply in the basin of the Orange River. Journal of the Royal Geograph. Society, London 1865. S. 106 ff.
Wilson zitiert *Moffat*, dessen Werk mir nicht zur Verfügung stand, bezüglich der Wasserabnahme im Kurumangebiet.
32) *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 81.
33) *Alexander*: An Expedition of discovery in the Interior of Africa. London 1838.
34) *Andersson*: l. c. S. 190.
35) *Chapman*: l. c. Bd. I. S. 203.
36) *Fleck*: Mitteilungen aus deutschen Schutzgebieten. 1893. S. 35.
37) *Schinz*: l. c. S. 451.
38) *Schulz*: The New Africa. London 1897. S. 296.
39) *Fleck*: l. c. S. 37.
40) *Chapman*: l. c. Bd. I. S. 242.
41) *Livingstone*: l. c. Bd. II. S. 185—187.
42) *Schinz*: l. c. S. 454/455.

Kapitel VI.

Die Kwebeberge.*)

Am 26. Dezember 1896 erreichte ich das Hauptlager der Expedition unter General Lugard in den Kwebebergen. Nach kurzer Rast bezog ich an dem einzigen Brunnen der Berggruppe, an dem auch die Häuser der Mission liegen, ein Lager, wo ich vom 1.—16. Januar 1897 blieb. Täglich machte ich Ausflüge und, obwohl es fast täglich regnete und die üppige Vegetation ungemein hinderlich war, gelang es doch, die Aufnahmen durchzuführen und den geologischen Charakter des Landes festzustellen. Gewöhnlich war ich von einem Buschmann und einem Schwarzen begleitet, die mir als Führer gute Dienste leisteten. Abgesehen von diesen Aufnahmen ließ ich durch die Prospektors der Expedition den Sand, welcher die östlichen Täler erfüllt, mit Schächten durchteufen, um über die Beschaffenheit des Untergrundes orientiert zu sein.

Vom 19.—25. Januar wurden die Untersuchungen durch den ersten Versuch unterbrochen, das Hainafeld zu erreichen. Nach meiner Rückkehr untersuchte ich vom 27. Januar bis 2. Februar die Umgebung des Hauptlagers bei Tschutschuani, bezog dann am Wege zu den Menekaubergen das Standlager (Vergl. Blatt 3) und durchforschte von hier aus das Gebiet nach Norden und Süden hin. Nach einem zweiten Vorstoß ins Hainafeld (13.—25. Februar) bezog ich das Standlager II, das sich ebenfalls am Menekauweg befand, und konnte von hier aus die südwestlichen Teile der Berggruppe aufnehmen.

Die Makabana besuchte ich dreimal, am 5.—7. und 11. Januar und 9.-10. April 1897.

Die Routen sind im einzelnen nicht eingezeichnet worden. Sie sind so zahlreich, daß die Deutlichkeit der Karte bei ihrer Einzeichnung nur leiden würde. Ich habe alle Ketten überstiegen, war auf zahlreichen Bergen, in allen Tälern und verzichte daher auf eine Aufführung der Detailbeobachtungen. Es sei vielmehr gestattet, eine zusammenfassende Darstellung auf Grund des vorhandenen Beobachtungsmaterials zu bringen.

I. Topographische Verhältnisse der Kwebegruppe.

Die Gruppe der Kwebeberge liegt unter 20° 40′ südlicher Breite und 23° 12′ östlicher Länge. Zusammen mit den Makabana haben sie eine Länge von ca. 24 km und eine Breite von ca. 8 km. Die größte Längsachse fällt in die

*) Hierzu Blatt 3, Physikalische und Geologische Karte der Kwebeberge, und Blatt 13, Fig. 8—9.

Richtung S.W.—N.O. Die Gruppe zerfällt aber in 2 Teile, nämlich die eigentlichen Kwebeberge und die Makabana. Die Länge ersterer beträgt ca. 15 km, die der letzteren ca. 3,5 km, der Zwischenraum zwischen beiden aber ca. 5 km.

Die Kwebeberge bestehen aus einer Hauptgruppe und den Vorbergen. Erstere ist am höchsten und gliedert sich in drei Ketten, die Zentralkette, die Ost- und Westkette. Zu der Zentralkette rechnet man am besten noch die losgelöste Masse, mit der Kwebespitze nördlich der Brunnen. In ihr liegen die höchsten Gipfel, der Kolfantan und die Kwebespitze, die gegen 150 m über der westlichen Ebene liegen. Die Ost- und Westketten erreichen höchstens 90—100 m. Die Buchten, die in die Hauptgruppe von der Ostseite her eindringen, steigen mit ebenem Boden nach dem Innern zu an und formen einen Sockel, von dem die Ketten unvermittelt aufsteigen. Er fällt nach Westen hin schnell ab, so daß die Ebene zwischen der Westkette und den Mosseyan und die westlich von letzteren Bergen gelegene Ebene um vielleicht 20 m tiefer liegt als die Ebene, auf der sich die Missionsstation befindet.

Die Vorberge finden sich auf der West- und Nordseite der Hauptgruppe. Man kann unterscheiden die isolierten Vorberge A, Hügel von ca. 15—20 m Höhe, sodann die Mosseyankette im Westen. Dieselbe besteht aus drei, ca. 30—50 m hohen Hügeln, die auf einem gemeinschaftlichen Sockel stehen. Letzterer läuft als langer schmaler Rücken, der schließlich nur gegen 5—10 m hoch ist, nach N.O. aus und stellt zusammen mit einigen flachen, breiten Kuppen die Verbindung mit den nördlichen Vorbergen her. Letztere bestehen aus dem Tschutschuanikopf und den Vorbergen B und C. Ersterer ist eine ca. 20 m hohe breite Kuppel, die aber einen um 20—30 m höheren steilen Kegel trägt. Der Vorberg B ist ein mehrere hundert Meter langer, nach Süden allmählich, nach Norden steil abfallender ca. 50 m hoher Berg, C dagegen eine höchstens 40 m hohe Kuppe, dem Bau nach ähnlich dem des Berges B. Alle diese Vorberge werden von der Hauptgruppe durch Ebenen getrennt, d. h. sandigen Flächen, aus denen hie und da flache, breite Gesteinsbuckel aufragen.

Abgetrennt von den Kwebebergen finden wir im Süden eine zweite Berggruppe, die Makabana. Der Name bedeutet in der Sprache der Betschuanen „kleine Steine" und gehört eigentlich dem mittleren Berg des W.—O. streichenden Schenkels allein an, wird aber jetzt bereits allgemein für die ganze Gruppe angewendet. Entsprechend der einheimischen Nomenklatur zerfällt eben das Land in einzelne Gemarkungen, zusammenfassende Namen fehlen ursprünglich ganz. Auch der Name Kwebe bezieht sich zunächst nur auf die Umgebung der Wasserlöcher an der Missionsstation.

Die Makabana setzen sich aus zwei Ketten zusammen, die wie die Schenkel eines Winkels in einem Punkt zusammenstoßen. Der eine Schenkel streicht von S.W.—N.O., der andere von W.—O. Letzterer enthält die höchsten Hügel, die 50—60 m über der Ebene liegen. Die Westkette erreicht wohl kaum über 30—40 m.

Zwischen den Makabana und den Kwebebergen liegt eine glatte sandige Ebene, die in direktem Zusammenhang mit der endlosen Ebene der Kalahari steht, die die Kwebeberge allseitig umgibt.

Die Meereshöhe der Kwebeberge ist nur annähernd zu bestimmen, da ich meine Siedepunktbestimmungen außer einer verloren habe. Diese Höhe bezieht sich auf das Lager in Tschutschuani und ist auf 910 m berechnet worden. Da aber diese Höhe in derselben Zeit, wie die ersten Beobachtungen am Ngami gemessen wurde, die ja in die Zeit des Übergangs von Regenzeit zu Trockenzeit fielen und durchweg zu niedrige Höhe angeben (vergl. S. 96), so kann man annehmen, daß auch die berechnete Höhe von Tschutschuani um rund 50 m zu niedrig ist. Auf diese Meereshöhe von 960 m bezogen, würden also die Kwebeberge folgende Höhe besitzen:

Lager Tschutschuani	960 m
Ebene nördlich der Kwebeberge	950 m
Missionsstation	980 m
Kwebekopf	1100 m
Kolfantan	1120 m
Mosseyankette	1000 m
Tschutschuanikegel	990 m
Makabana	990 m

II. Die Geologie der Kwebeberge.

Die Kwebeberge erheben sich wie Inseln aus dem weiten Sandmeer der Kalahari. Aus gewaltiger Ferne, die bei klarer Luft bis 100 km betragen kann, sind ihre bläulichen Kuppen sichtbar, wofern nur eine Lichtung im Buschwald oder ein hoher Termitenhaufen eine freie Aussicht gewährt. Der Sand geht im Osten bis an die Bergabhänge selbst heran, auf der Westseite aber tritt auf einer bis 10 km breiten Fläche das anstehende Gestein zutage. Jenseits dieser Gesteinsfläche beginnt wieder das Sandfeld und zwar mit deutlichem und gut abzugrenzendem Rande. Das ganze Areal nun, das vom Sand entblößt ist und in dem das anstehende Gestein zum Vorschein kommt, sei als „Kwebegebiet" zusammengefaßt. Es ist eine Gesteinsoase in dem Sandfeld.

Die Karte zeigt deutlich, daß das Gebiet der Kwebegruppe durch einen Sandstreif von dem der Makabana abgetrennt ist, bei der großen Nähe beider Gruppen dürfte es aber geraten sein, beide nicht nur geographisch, sondern auch geologisch zusammenzufassen und letzteres Gebiet als einen Teil des Kwebegebiets zu betrachten.

Die Untersuchungen ergaben bald, daß man in dem geologischen Aufbau des Landes zwei Gruppen zu unterscheiden hat, das Grundgebirge und die Deckschichten. Ersteres bildet ein Fundament von sehr hohem Alter, letztere dagegen sind junge und ihrer petrographischen Natur nach z. T. ganz lockere Gebilde.

Grundgebirge und Deckschichten setzen sich aus folgenden Formationen zusammen.

I. Das Grundgebirge.

A) Chanseschichten.
   1) Grauwacken.
   2) Kalksteine.
   3) Schiefertone.
B) Totingdiabas.
C) Quarzporphyre.
D) Dynamometamorpho(?) Gesteine.

II. Die Deckschichten.

1) Kalaharikalk.
2) Kalaharisand.
3) Rezente Bildungen.
   a) Verwitterungsprodukte.
   b) Alluviale Bildungen.

I. Das Grundgebirge.

Das Gestein des Untergrundes zerfällt geologisch und orographisch in zwei Gruppen, die Gesteine der Ebenen und die der Berge nebst ihren

Tälern. Die Ebenen werden aus den Gesteinen der Chanseschichten zusammengesetzt, einer Formation, die ihren Namen von dem Chansefeld erhalten hat. Dieselbe besteht der Hauptmasse nach aus Grauwacken, daneben treten Kalksteine und Schiefertone auf. Eingelagert sind petrographisch gut charakterisierte Diabase — die Totingdiabase. Die Berge dagegen bestehen aus Quarzporphyren verschiedener Art nebst eigentümlichen dynamometamorphen(?) Gesteinen.

1) Die Gesteine.

A) Die Chanseformation.

a) Grauwacken (G. L.*) Nr. 1—5). Die Chanseformation besteht der Hauptmasse nach aus dichten Grauwacken. Dieselben haben in frischem Zustand eine graue, bläulichgraue, grünliche oder auch dunkelviolette Färbung, sind aber an der Luft mit bräunlichen und rötlichen Verwitterungsrinden umgeben. Manche Varietäten sind makroskopisch völlig dicht und homogen, andere wiederum feinbis mittelkörnig oder gar durch Einlagerung von schwarzen Eisenglanzschüppchen geschichtet und gebändert. Diskordante Parallelstruktur der Eisenglanzbänder ist an größeren Handstücken nicht selten zu beobachten. Andere Varietäten nähern sich Sandsteinen. Beimischung von Diabasmaterial macht sich nicht selten durch schmutziggrünliche Färbung bemerkbar.

Wichtig ist es ferner, daß die mikroskopische Struktur auf eine starke tektonische Zusammenpressung dieser Gesteine hindeutet.

b) Die Kalksteine (G. L. No. 6—7). Innerhalb der Grauwacken kommen am Staadlager I Einlagerungen von Kalksteinen vor. Dieselben ähneln äußerlich den dichten Grauwacken und gehen vielleicht lediglich durch Anreicherung des auch in den Grauwacken enthaltenen Kalkspats hervor. Sie sind schwarzblau und feinkrystallinisch, enthalten hier und da makroskopisch noch sichtbare porphyrische Kalkspatkrystalle und Eisenglanztafeln. Es existieren zwei Varietäten, die eine ist strukturlos und tritt in fußdicken Bänken auf, die andere dagegen ist dünnschieferig. Beide bestehen im Dünnschliff aus Kalkspatkörnern und Eisenglanzschüppchen. Alle Kalkspatkörner sind länglich gestreckt, sodaß eine Parallelstruktur entsteht. Diese Streckung ist in der schieferigen Varietät ganz besonders energisch. Die Kalkspatkörner letzterer sind ganz besonders langgezogene, parallel gelagerte Platten. Diese Struktur weist auf eine energische tektonische Pressung hin.

c) Schiefertone. Lokal treten im Kwebegebiet innerhalb der Chanseschichten Schiefertone auf. Es sind sehr feinkörnige, sandige Tone von graugrüner Farbe, die in eckige kaum 1 mm dicke Platten zerbrechen. Die Schichtflächen sind mit Muskovitschüppchen bedeckt.

d) Quarzgänge. Innerhalb der Grauwacken finden sich in großer Zahl Quarzadern und selbst Gänge, die einige Meter Durchmesser und viele hundert Meter Länge haben. Es sind dichte bis grobkrystalline weiße Quarzmassen, die mehr oder weniger Eisenglanz in Schüppchen und Tafeln enthalten. Der Quarz ist meist weiß oder durch Eisenhydroxydbildung rötlich gefärbt, aber niemals sehr stark — ein „hungry looking stuff“, wie die englischen Prospektors diesen eisenarmen Quarz nennen, in dem sie erfahrungsgemäß selten Gold finden.

B) Die Totingdiabase.

Die Diabase, welche den Grauwacken das Diabastuffmaterial geliefert haben, haben einen petrographisch wohl definierten Habitus und sollen nach ihrem ausgedehntesten Vorkommen bei Toting „Totingdiabase“ genannt werden. Es sind durchweg stark zersetzte Gesteine. Denn die Pyroxene und Amphi-

*) G. L. = Gesteinsliste im Anhang.

bole sind in Epidot umgewandelt. Daneben treten wohl auch uralitisierte oder aktinolitisierte Massen auf. Die Feldspäte sind ebenfalls meist wenig frisch. Bemerkenswert ist das Auftreten von Eisenglanz an Stelle von Magnetit oder Titaneisen. Makroskopisch sind es graugrüne bis bläulichgrüne, gebankte, plattige bis schieferige Gesteine, die ihre starke chemische Umwandlung durch geringe Festigkeit dokumentieren. Ihrer Struktur nach sind sie teils feinkörnig, teils treten massenhaft hellgrüne Epidotkörner, daneben auch Feldspäte porphyrisch aus der dichten Grundmasse heraus. Die Epidotkörner erreichen Erbsengröße. Manche Varietäten haben eine schieferige Struktur und bei diesen weist das mikroskopische Bild auf energische tektonische Pressung hin (G. L. Nr. 8—10).

C) Die Quarzporphyre.

Die Quarzporphyre treten in einer großen Zahl von Varietäten auf, die vielfach ineinander übergehen, aber doch im Extrem gut abzusondernde Glieder bilden.

a) Blauschwarzer Porphyr (G. L. Nr. 11). In einer blauschwarzen dichten Grundmasse sind weiße bis leicht rötliche Orthoklase und Körner von Quarz porphyrisch sichtbar. Die Orthoklase sind 1 : 3 bis 4 mm große Rechtecke oder bis erbsengroße unregelmäßige Körner. Innerhalb des blauschwarzen Porphyrs treten zuweilen konzentrisch geschichtete Kugelschalen von weißem Quarz auf. Der Quarz ist grobkrystallinisch und weiß und bildet bis 1 cm dicke Schalen, die Kugel- oder Sphäroidoberflächen bilden. Auf dem Querschnitt erblickt man daher kreisförmige oder ovale konzentrisch angeordnete Quarzringe. Solche Schalen sind besonders schön auf den Bergen der Zentralkette zu beobachten, wo dieselbe südlich der Missionsbrunnen endet. Im Schliff erweisen sich diese Porphyre als holokrystallin, verdienen also die Bezeichnung Mikrogranit. Die Struktur deutet auf ehemalige starke Pressung hin.

b) Violetter Porphyr (G. L. Nr. 12). Der schwarzblaue Porphyr geht unter mannigfachen Übergängen in den violetten Porphyr über. Letzterer hat eine hellviolette, grau- oder lichtbläulich geflammte felsitische Grundmasse. Quarzkörner und Orthoklase sind auch hier die porphyrischen Krystalle, allein in vielen Fällen sind sie weniger zahlreich entwickelt. Besonders pflegen die Orthoklase zurückzutreten. Dann erhält das Gestein ein felsitisches Aussehen. Indes kommen auch stark porphyrisch ausgebildete violette Porphyre vor, die dann dem blauschwarzen ähnlich werden. Überhaupt kommen, wie erwähnt, die verschiedenartigsten Übergänge vor. Daß die violetten Varietäten hauptsächlich am Rande der Ketten, die blauschwarzen dagegen zentral gelegen sind, erklärt den stärker felsitischen Habitus der ersteren.

Auch der violette Porphyr erweist sich jedoch unter dem Mikroskop als Mikrogranit. Im übrigen unterscheidet er sich von dem blauschwarzen lediglich durch den geringeren Gehalt an Eisenglanz. Daher auch seine geringere Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung.

c) Der gebänderte Porphyr. Der gebänderte Porphyr besteht aus abwechselnden Lagen von felsitischer Grundmasse und Feldspatkrystallen.

Diese gebänderten Porphyre sind bläulich, grau, rötlich oder violett. Die Feldspäte bilden parallele Bänder in der felsitischen Grundmasse. Infolge der Ausbildung solcher Feldspatlamellen wird das Gestein flaserig bis schieferig. Die einzelnen Lagen sind einige Millimeter breit. In der Grundmasse liegen Quarzkörner mehr oder weniger reichlich. Eisenglanzschüppchen sind durch das ganze Gestein verteilt. Die Bänderung geht dem Streichen der Bergketten parallel und findet sich vorwiegend in den Randpartien, während im Innern der Ketten felsitischer violetter Porphyr überwiegt.

Bei der Verwitterung bleiben die Feldspatbänder als Lamellen stehen, die Grundmasse aber bildet Furchen. Die gesammelten Handstücke sind verloren gegangen.

d) Granitische Ausbildung des Porphyrmagmas. In der Nähe der ehemaligen Brunnen in den Makabana findet man lokal eine holokrystalline, mittelkörnige Ausbildung. Das Gestein besteht aus einem strukturlosen Gemenge von Feldspatkrystallen, Quarzkörnern und Eisenglanzschüppchen und hat völlig Granithabitus. Makroskopisch ist keine Grundmasse erkennbar. Es handelt sich indes nicht um ein selbständiges Gestein, sondern um lokale Ausbildung des Porphyrmagmas. Das holokrystalline Gestein geht allseitig in violetten Porphyr über und ist nur gegen hundert Schritt lang nachweisbar. Bemerkenswert ist, daß mit der granitischen Struktur auch sofort eine energische Insolationswirkung sich geltend macht, die sich in schaligem Abplatzen, wie bei echten Graniten, äußert. Die gesammelten Handstücke sind verloren gegangen.

e) Quarzgänge. In noch weit stärkerem Grade, als die Grauwacken, werden die Quarzporphyre in sehr großer Zahl von dünnen Quarzgängen mit Eisenglanz durchschwärmt. Dieselben bilden, wie bereits erwähnt, auf dem Querschnitt zuweilen konzentrische Kreise von mehreren Metern Durchmesser. Anscheinend handelt es sich dann um sphärische Absonderung; zwischen den Schalen hat sich der Quarz ausgeschieden. Meist verlaufen die Quarzschnüre ganz unregelmäßig. Selten kommen meterstarke Gänge vor.

D) Dynamometamorphe (?) Gesteine.

Innerhalb der Berge treten an einigen Stellen eigentümliche Gesteine auf, deren Natur nach den beiden einzigen, nicht verlorenen Handstücken nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann. Ich hielt sie für Porphyrtuff, indes bestätigt das mikroskopische Bild diese Auffassung nicht. Es sind:

a) Graubraune, dichte, scheinbar felsitische Gesteine, in denen undeutliche rote Flecken, Quarzkörner und Eisenglanzschüppchen liegen (G. L. Nr. 13).

b) Außer diesem homogenen Gestein findet man ein brecciöses Gestein. Dasselbe entspricht äußerlich dem Gestein a), aber innerhalb dieser Masse liegen eckige Bruchstücke genau desselben Gesteins, die einen Fuß und mehr Durchmesser haben können, mit kleineren gemengt. Es scheint das Gestein zertrümmert und durch eigenen feinsten Grus wieder verkittet worden zu sein.

c) Konglomerate und Breccien. In einer dichten Grundmasse, die äußerlich dem Gestein a) entspricht, liegen kleine eckige Bruchstücke von Quarzporphyr, stellenweise aber auch faust- und kopfgroße abgerundete Stücke dieses Gesteins (G. L. Nr. 14).

Mikroskopisch besteht a) nach einer kurzen, brieflichen Notiz Herrn Professor *Kalkowskys* wesentlich aus Kugeln und Büscheln einer trüben Substanz, die einem sphärulitischen Felsit ähnelt. Teilweise ist die Struktur krystallin. Kalkspat kommt spärlich vor. Breccienstruktur ist auch mikroskopisch nicht vorhanden. Der ganze Befund ist so rätselhaft, daß aus einem einzigen Handstück eine bestimmte Diagnose nicht zu stellen ist.

In dem Konglomerat c) sieht man mikroskopisch sehr viel eckige Bruchstücke von Quarzporphyr, daneben reichlich Kalkspat und alte Neubildungen von faserigem Quarz und Glimmer, ähnlich wie in den alten Grauwacken.

Professor *Kalkowsky*, der nichts als die Handstücke und Schliffe kannte, schloß aus dem Befund auf alte gequetschte, dynamomorphe Gesteine, in denen Porphyrmaterial stecke, und die bei alten Dislokationen entstanden seien. Wir wollen sehen, ob diese Diagnose mit dem Auftreten der Gesteine im Felde stimmt.

2) Die Verbreitung der Gesteinsarten.

Wie bereits erwähnt, setzen die Gesteine der Chanseformation in erster Linie die Ebene zusammen, während die Quarzporphyre die Berge bilden.

Die Chanseformation tritt nirgends in breiter Masse zutage. Sie ist teils von eignen Verwitterungsprodukten, teils von jüngeren Schichten derartig

bedeckt, daß man nur hier und da anstehendes Gestein findet. Allein die Zahl der anstehenden Klippen, sowie der losen Brocken und Bruchstücke von Grauwacken innerhalb der jungen Deckschichten ist so groß, daß man an ihrem zusammenhängenden Auftreten nicht zweifeln kann.

Die einzelnen petrographischen Glieder der Formation haben folgende Verbreitung.

a) Die Grauwacken setzen hauptsächlich die Ebene nordwestlich der Mosseyanberge zusammen. Sie bilden die Hauptmasse der Chanseschichten. Mit ihnen verglichen treten alle andern zurück und stellen nur Einlagerungen in die Grauwacken vor. Sie stehen auch nördlich der Kwebeberge am Wege nach Lekala am Ngamifluß an.

Nur ganz lokal finden sie sich innerhalb der Kwebeberge, nämlich nördlich des Weges von Tschutschuani nach dem Hainafelde, innerhalb der Diabaszone in jungen Kalken eingeschlossen, und ferner in losen Stücken am N.O.-Ende der Bucht zwischen der Mosseyan- und der Westkette.

b) Der schwarze Kalkstein steht am Wege nach den Monekaubergen, etwas westlich des Standlagers I an. Er bildet anscheinend lokale Einlagerungen in die Grauwacken und hat dasselbe Streichen wie diese.

c) Die Schiefertone liegen in der Ebene westlich der Makabana, zwischen diesen und der Kalkfläche. Ihr Verband mit den Grauwacken ist hier zwar nicht zu beobachten, sie wurden auch nicht anstehend gefunden, waren vielmehr nur als eine Zone kleiner eckiger Platten und Scheiben, die mit dem Streichen der Grauwacken parallel läuft, zu verfolgen. Sie gleichen indes petrographisch gewissen Schiefertonen des Chansefeldes, die unzweifelhaft Einlagerungen in den Grauwacken vorstellen, so sehr, daß ich keine Bedenken trage, auch diese Schiefertone der Chanseformation einzureihen.

d) Quarzgänge von solcher Mächtigkeit, daß sie in die Karte eingetragen werden konnten, findet man am Weg von Toting nördlich der ersten Teilungsstelle der Wege und ferner zwei lange Quarzgänge mit hochaufragenden Blöcken parallel der Mosseyankette in der nordwestlichen Ebene.

Die Totingdiabase sind innerhalb der Kwebegruppe verbreitet. Sie finden sich hauptsächlich am Nordende der Hauptgruppe und zwischen dieser und den Vorbergen. Obwohl sie wahrscheinlich zusammenhängende Massen bilden, sind sie doch durch Überlagerung junger Deckschichten so verborgen, daß sie nur in einzelnen Flecken zutage treten.

Eine zweite Zone von Diabasen liegt zwischen der Mosseyan- und der Westkette. Auch sie zerfällt in mehrere Gruppen, und zwar treten die Diabase in ausgesprochener Gangform auf. Sonst kommen noch vereinzelte Diabasmassen vor, z. B. innerhalb der Gemarkung Nóssi, zwischen der zentralen und östlichen Kette der Hauptgruppen am Brunnenloch und westlich der Mosseyankette. Allein in den beiden letzten Fällen handelt es sich nur um lose Stücke, nicht aber um anstehendes Gestein.

Innerhalb der Makabana wurde Diabas nicht beobachtet.

Die Quarzporphyre. Die verschiedenen Varietäten von Quarzporphyr formen die Berge der Kwebegruppe. Im allgemeinen bilden die schwarzblauen Varietäten die höchsten und zentral gelegenen Teile der Ketten, die roten und violetten dagegen die niedrigeren Bergzüge und die Flanken der Hauptketten. Die parallel gebänderten Arten schließlich setzen vorwiegend die Makabana- und Mosseyanberge in den Randpartien zusammen, und zwar läuft die Bänderung der Streichrichtung der Ketten parallel. Anscheinend handelt es sich entweder um eine bei der Abkühlung zur Ausbildung gelangte Struktur oder um sekundäre dynamische Einwirkung. Der granitischen Varietät in den Makabanas wurde schon Erwähnung getan.

Der Boden der Täler innerhalb der Berggruppe besteht, soweit bekannt, auch aus Quarzporphyr. In den beiden Buchten, die zwischen der Zentral- und

Ostkette tief in das Innere des Gebirges eingreifen, wurde der Boden durch mehrere Schächte erschlossen und überall Quarzporphyr gefunden. Ebenso bildet dieses Gestein den Boden der Ebene zwischen den Mosseyanbergen und der Hauptgruppe. Außerhalb der Berge hat er indes keine große Verbreitung. Nordwestlich der Mosseyankette treten die ersten Porphyrbrocken, ca. 100 m von den Bergen entfernt, in der Ebene auf. Am Wege nach Móri Mossetlá geht er nicht einmal über den Abhang des Tschutschmaniberges hinaus. Nur nach N.O. hin tritt Quarzporphyr in der Ebene außerhalb der Berge in solcher Verbreitung auf, daß man annehmen muß, er bilde dort den Untergrund in breiter Masse. Das östlichste Vorkommen liegt in der Gemarkung Nossi.

In den Makabana bildet Quarzporphyr gleichfalls alle Berge und auch den Untergrund der Ebene innerhalb des Hufeisens. Die südliche Grenze der Gesteinsebene gegen den Sand ist nicht genau aufgenommen worden. Sie kann aber nicht weit von den Bergen entfernt sein.

Quarzgänge von erheblicher Mächtigkeit wurden auf dem Vorberge B beobachtet. Sie erreichen sehr bedeutende Mächtigkeit und streichen teils W.—O., teils N.O.—S.W. Die Quarzfelsen stehen lokal als mehrere Meter hohe Massen an.

Die für dynamometamorph gehaltenen Gesteine haben folgende Verbreitung. Gesteine vom Typus a) finden sich in losen Stücken sehr vereinzelt in dem Tal, das von der Missionsstation nach Tschutschmani führt, westlich der Straße. Lagerung und Verbreitung sind nicht bekannt.

Typus b) ist in dem auf der Karte verzeichneten Streifen enthalten, der die Zentralkette in der Mitte durchquert (Blatt 13, Fig. 9). Es handelt sich um eine mehrere Meter breite, in dicken gebankten Massen auftretende Schicht, die steil nach Süden einfällt. Auf der Nordseite, dicht an den Quarzporphyr anstoßend, liegen die dichten Gesteine, die nach Süden — also im Hangenden — in die beschriebene Breccie übergehen. Die Verbindung des Hangenden mit dem südlicher auftretenden Porphyr ist nicht aufgeschlossen, der Abstand zwischen beiden anstehenden Gesteinen nicht bedeutend, d. h. 10—20 m. Demnach handelt es sich um eine W.—O. streichende, zwischen Quarzporphyr eingeklemmte Gesteinsmasse. Die Bergkette hat gerade an dieser Stelle eine Scharte, die genau den eingeklemmten Schichten entspricht und diesem anscheinend schneller zerstörten Gestein wohl ihre Entstehung verdankt.

Typus c), die Porphyrbreccie, findet sich am nordöstlichsten Ausläufer der Mosseyankette. Es handelt sich anscheinend um vertikal stehende Bänke eines dichten Gesteins mit bis wallnußgroßen Stücken verschiedenartiger Quarzporphyre. Diese Bänke gehen in lamellierten Quarzporphyr über. In demselben sind Bänke eines dichten rötlichen, der Grauwacke ähnlichen Gesteins eingelagert, das mir bei der Untersuchung im Felde wirklich Chausegrauwacke zu sein schien.

In dem nordöstlichen Ausläufer kommt ferner ein dichtes rotes dünnplattiges Gestein vor, in dem vereinzelt Quarzkörner liegen. Man könnte es für Quarzit halten. Dicht daneben liegt zweifellos schieferiger Porphyr, der parallel dem „Quarzit“ nach 55° streicht und saiger steht.

In den Hauptbergen der Kette treten vielfach lamellierte Porphyre auf, zusammen mit eigentümlichen Gesteinen. Dieselben bestehen aus grauer bis violetter dichter schieferiger Grundmasse mit vereinzelten Quarzkörnern. Sie ähneln dichter Grauwacke.

Findet die Diagnose, die Professor *Kalkowsky* aus dem mikroskopischen Befund stellte, durch die Aufnahmen im Felde Bestätigung?

Ich sollte meinen, daß das durchaus der Fall ist. Die fraglichen Gesteine sind zwischen die Porphyre eingeklemmte, relativ wenig mächtige Gebilde und können daher sehr wohl als fremde, bei Dislokationen zwischen die Porphyre geratene Gesteine angesehen werden. Es können zermalmte und mit Porphyrsubstanz vermischte Schollen fremder Gesteine sein. Die Struktur der Grau-

wacken und Quarzporphyre deutete ja auf Pressung hin, die diese Gesteine erlitten haben. Bei starken tektonischen Bewegungen konnten also recht wohl Reibungsbreccien entstanden oder Schollen fremder Gesteine zwischen die Porphyre geraten und zerquetscht worden sein.

3) Der Aufbau des Grundgebirges.

Die Chanseschichten sind durchweg steil aufgerichtet und haben S.W.—N.O.-Streichen (45°—50°). Der Einfallswinkel war nirgends mit Sicherheit zu messen, schien aber überall bedeutend zu sein. Die Schichtung wird nämlich durch eine starke Zerklüftung verdeckt. Die Klüfte laufen, wie die Erfahrung in anderen Gebieten lehrt, meist parallel dem Schichtenstreichen. Im Kwebegebiet waren aber die Lagerungsverhältnisse aus Mangel an geeigneten Aufschlüssen nicht deutlich erkennbar; die Grauwacken und desgleichen die schwarzen Kalke treten immer nur in niedrigen Klippen und losen Brocken unter den jungen Schichten zutage. Einen Anhalt für die Beurteilung des Streichens liefern jedoch die gewaltigen Quarzgänge, die an mehreren Stellen die Grauwacken durchziehen. Da das Streichen derselben in allen anderen Gegenden, wo Aufschlüsse vorhanden sind, parallel dem der Grauwacken beobachtet worden ist, so dürften die Grauwacken auch hier ihnen parallel von S.W. nach N.O streichen.

Ähnlich steht es mit den Tetingdiabasen. Auch sie sind durch eine energische, zu der Grauwackenklüftung parallel streichende Klüftung derart gegliedert, daß sie fast gebankt erscheinen. In der Ebene nördlich des Kwebepeaks streicht die Klüftung nach 58° und fallen die Klüfte mit ∢45° nach N.W. ein. Über ihr Verhältnis zu den Grauwacken läßt sich im Kwebegebiet nichts Sicheres erkennen. Es spricht aber nichts gegen die Auffassung, daß sie Einlagerungen zwischen den Grauwacken bilden, wie man es in den benachbarten Gegenden beobachten kann.

Die Quarzporphyre besitzen einmal ein deutlich ausgeprägtes Streichen von S.W. nach N.O. und zweitens untergeordnet ein solches von W. nach O.

Die ganze Porphyrmasse der Kwebeberge, soweit sie zu beobachten ist, erscheint wie ein Rhombus mit längerer von S.W. nach N.O. und kürzerer von W. nach O. streichender Seite. Auch innerhalb der Masse wiederholen sich beide Richtungen. So folgen die Mosseyanberge und die drei Ketten der Hauptgruppe deutlich ersterer Richtung, während letztere in einzelnen kurzen Querketten zum Ausdruck gelangt.

Sehr deutlich tritt der Aufbau aus zwei Komponenten in den Makabana hervor. Der westliche Teil der Berggruppe streicht deutlich von S.W. nach N.O., der östliche dagegen von W. nach O. Ein letzterer Richtung folgender Ausläufer der Westkette ist so kurz, daß er die Hauptrichtung kaum beeinflußt. Besondere Erwähnung verdient übrigens die Tatsache, daß die Verlängerung des Westschenkels der Makabana nach Norden nicht mit einer Kette der Kwebeberge zusammenfällt, sondern östlicher liegt und durch das Westende der Gemarkung Nossi geht.

Der tektonische Aufbau der Berge macht sich nicht nur in der Streichrichtung der Ketten, sondern auch der Zerklüftung der Gesteine bemerkbar. Auch die Quarzporphyre sind energisch zerklüftet und zwar sowohl in der Richtung von S.W. nach N.O., als auch von W. nach O. Die Spalten setzen unter wechselnden, aber stets steilen Winkeln in die Tiefe und auf ihnen haben sich Quarzgänge abgeschieden. Das gleichzeitige Vorkommen beider Richtungen in einer Masse wird durch die beiden mächtigen Quarzgänge innerhalb der Porpbyrmasse des Vorbergs B, die auf der Karte eingetragen sind, deutlich dargelegt.

Die dynamometamorphen (?) Gesteine sind, wie schon erwähnt, von

Porphyr umschlossene, gangähnlich schmale Massen. In der Mosseyankette streichen sie von S.W.—N.O., dagegen in der Zentralkette W.—O., quer zur Längsachse.

Rückblick.

Das Grundgebirge des Kwebegebiets erscheint nach den bisherigen Beobachtungen als ein hauptsächlich aus steil aufgerichteten Grauwacken bestehendes Gebirge, das zu einer vollständigen Ebene — Péneplain — denudiert worden ist. Aus dieser Ebene ragen nur die widerstandsfähigen Quarzporphyre heraus, die ihrerseits das Grauwackengebirge durchbrochen haben. Von hervorragender Wichtigkeit ist das Auftreten bestimmter tektonischer Linien. In den Chanseschichten dominiert absolut die Richtung 45°—50°, also S.W.—N.O., während in den Quarzporphyren sich noch eine zweite Richtung W.—O. geltend macht. Diese Richtungen offenbaren sich in der Zerklüftung der Gesteine. Die N.W.—S.O.-Klüftung ist in den Grauwacken so stark, daß sie die eigentliche Schichtung verdeckt. Auch in den Quarzporphyren überwiegt diese Klüftung über der W.—O.-Klüftung. Letztere dürfte den Grauwacken keineswegs fehlen, war aber bei dem Mangel an ausgedehnten Aufschlüssen nicht von unregelmäßigen kurzen Klüften des Gesteins zu unterscheiden. Daß es sich bei der Klüftung um tektonische Erscheinungen handelt und dieselbe nur eine unvollkommene Form der transversalen Schieferung ist, braucht wohl kaum betont zu werden. Sie weist, wie auch der mikroskopische Befund der Grauwacken, Quarzporphyre und die anscheinend dynamometamorphen Gesteine, auf frühere tektonische Pressung hin, die senkrecht zur Klüftung erfolgt sein muß.

Die Richtungen des Schichtenstreichens und der Klüftung sind uns aus Südafrika wohl bekannt. Es sind die Kaffraria- und die Kaprichtung.

II. Die Deckschichten.

Das alte Grundgebirge wird von jungen Ablagerungen zum größten Teil verhüllt. Sehen wir von den aufragenden Porphyrbergen ab, so bedecken sie das Grundgestein in den Ebenen derartig, daß letzteres nur lokal zum Vorschein kommt und nirgends in zusammenhängenden anstehenden Massen zu beobachten ist. Die sie verhüllenden Schichten lassen sich in zwei verschiedene Gruppen sondern, die älteren Deckschichten und die rezenten Bildungen. Letztere sind heutzutage noch in Bildung begriffen und bestehen aus den Verwitterungsprodukten und alluvialen Anschwemmungen. Erstere dagegen sind abgeschlossene Ablagerungen, wenn auch an und für sich jungen Alters.

A) Die älteren Deckschichten.

Dieselben zerfallen in zwei gut abgegrenzte Glieder, eine liegende kalkige Ablagerung, den Kalaharikalk, und eine hangende sandige, den Kalaharisand. Beide sind im Kwebegebiet verbreitet, und zwar bildet letzterer das gewaltige Sandfeld der Kalahari, ersterer dagegen tritt im Gebiet der Gesteinsoase zutage.

1) Der Kalaharikalk bedeckt fast das ganze Grundgestein im Gebiet der Ebene. Seinem petrographischen Charakter nach kann man zwei verschiedene Arten unterscheiden, die auch ihrer Verbreitung nach voneinander gesondert sind. Die eine Varietät ist der harte Sinterkalk, die zweite der mürbe sandige Kalktuff.

a) Der harte Sinterkalk besteht aus einem hellgrauen bis weißen amorphen Kalkstein, der in großer Zahl Quarzsandkörner enthält. Er ist hart und seiner innern Struktur nach sehr eigenartig beschaffen. Zunächst fällt auf, daß er im großen keine ausgedehnten zusammenhängenden Bänke bildet und auch nicht in sich geschichtet ist. Vielmehr setzt er sich, auch da, wo er in

einer Mächtigkeit von mehreren Metern auftritt, aus rundlichen Schollen, Kuchen oder Knauern zusammen, wie man die einzelnen Stücke je nach ihrem Umfang wohl nennen kann. Sie wechseln nämlich von Faust- bis Mühlsteingröße. Ihre Form ist im allgemeinen rundlich oval oder auch knglig und eckig. Man wird oft an die Knauern des Muschelkalks erinnert. Die einzelnen Stücke nun sind untereinander durch Kalk verkittet, lösen sich bei der Verwitterung aber leicht voneinander los. In anderen Fällen besteht er lediglich aus einige Zentimeter starken lamellierten Rinden, die sich über das Gestein hinziehen.

Die Struktur der einzelnen Knauern ist derartig, daß sie an der zutage tretenden Oberfläche mit einer mehrere Millimeter dicken lamellierten Rinde umgeben sind. Das Innere besteht aus homogenem hellgelblichem Kalk, wird aber auch von schmalen, 1—2 mm dicken Kalklamellen durchzogen. Dieselben bilden entweder ziemlich horizontal liegende, aber doch oft wellige Platten — d. h. horizontal, wenn man die ursprüngliche Lagerung der Knauern berücksichtigt — oder mehr oder weniger vertikal gestellte Röhren von Bleistift- bis Fingerdicke. Letztere sind mit dichtem sandigem Kalk erfüllt, gleich dem außerhalb der Röhren befindlichen Kalk. Daneben aber findet man feine, d. h. bis 1 mm dicke solide oder mit feinem Zentralkanal versehene Kalkröhren, die sich zuweilen verzweigen. Ihre Stellung ist, wie die der großen Röhren, mehr oder weniger steil gestellt, wenn man die ursprüngliche Lagerung berücksichtigt. Das ist eine Struktur, wie man sie an Sinterkalken häufig findet und die daher kurz Sinterstruktur genannt werden mag.

In diesem Kalk treten lokal Schalen von Gastropoden auf und zwar hauptsächlich von einer Landschnecke Succinea Moussoni und einer Sumpfschnecke Physa parietalis. Beide leben heutzutage noch in den Sümpfen, Seen und Flüssen des Okavangogebiets. Das ist natürlich eine außerordentlich wichtige Tatsache und entscheidend für die Beurteilung des Alters und der Entstehung des Kalks. Am zahlreichsten waren die Gastropoden in dem Kalk zwischen dem Westschenkel der Makabana und der Kalkfläche im Westen dieser Berge.

In dem homogene Sandkörner enthaltenden Kalkstein findet man sehr oft eckige und rundliche Gesteinsbrocken, die dem Grundgestein entstammen. Sie liegen vereinzelt oder zahlreich, unregelmäßig und schichtungslos in dem Kalkstein. Alle sind mit homogenen Kalklamellen umgeben. Das ist ein ganz charakteristischer Befund. Die Lamellen sind im allgemeinen ca. 1—2 mm dick.

Die Zahl und Größe der fremden Einschlüsse, sowie ihre petrographische Beschaffenheit ist abhängig von dem Untergrunde. Dicht über dem Grundgestein sind sie am zahlreichsten und größten. Man gewinnt oft den Eindruck, daß die untersten Lagen einen von sandigem Kalk umhüllten eckigen Gesteinsschutt vorstellen. Auch ist der Kalk oft in Spalten des anstehenden Gesteins tief gedrungen. Die Gesteinseinschlüsse sind vielfach leicht angewittert und mit dünnen braunen Eisenoxydhydratrinden umgeben. Sie waren also tatsächlich vor ihrer Umhüllung von den Atmosphärilien angegriffen worden. Nach oben hin werden die Brocken schnell kleiner und spärlicher. Auch bestehen sie nicht ausschließlich aus Gesteinen des direkten Untergrundes, sondern stammen oft aus der Nachbarschaft. Weit sind sie freilich nie transportiert worden und daher stets eckig und nie erheblich abgerollt. Wo der Sinterkalk mehrere Meter mächtig wird, fehlen die fremden Einschlüsse den oberen Lagen wohl immer.

Die Lagerung des Sinterkalks ist folgende. Er bildet in der Ebene auf dem Grundgestein Überzüge von wechselnder Mächtigkeit. Bald sind es nur wenige Zentimeter bis Dezimeter mächtige Lagen, die mit Gesteinsbrocken erfüllt sind, bald bildet der Kalk mehrere Meter hohe breite Buckel, die aus der Ebene wie flache Rundhöcker aufragen. Wo das Grundgestein flache Wellen oder Buckel bildet, pflegt auch der Sinterkalk in erheblicher Mächtigkeit aufzutreten und die Erhebungen zu vergrößern. So zieht sich z. B. nördlich des Weges von Kwebe

zu den Menekaubergen eine solche flache Grauwackenschwelle hin, und eine große Zahl flacher Kalkbuckel liegt zwischen dieser Schwelle und den Mosseyanbergen und jenseits derselben nach der Hauptgruppe hin.

Die Berggehänge werden nicht von Kalk bedeckt, höchstens findet er sich an dem Fuß derselben. Nur an einer Stelle liegt er im Gebirge selbst, und zwar in der tiefen Bucht zwischen der Zentralkette und der östlichen Kette. Der Kalk ist hier an der Oberfläche auf mehrere hundert Meter hin unter dem Sande zu erkennen. Er lehnt sich nach Westen hin an das Gehänge der Porphyrberge an. Seine Mächtigkeit wurde durch drei Schächte in einer Entfernung von ca. 100 m von dem Berggehänge festgestellt und betrug 3—4 m. Es war durchweg ein harter Sinterkalk, der sich aus Knauern und Kuchen aufbaute. Der Untergrund war Porphyr. Nach Osten hin keilt sich der Kalk in nicht näher bekannter Weise aus. Denn an der ersten Sandpfanne erreichte ein Schacht den Quarzporphyr in 7 m Tiefe und führte durchweg durch Sand.

b) Der mürbe sandige Kalktuff hat im Kwebegebiet eine geringe Verbreitung und ist obendrein schlecht aufgeschlossen. Es ist daher besser, sein Vorkommen hier nur zu erwähnen und seine genauere Beschreibung bei Besprechung seines Vorkommens am Ngamifluß zu bringen. Er besteht im wesentlichen aus mürbem, zerreiblichem, mit Kalkkarbonat inkrustiertem Quarzsand, der im Gegensatz zum harten Sinterkalk, der die flachen Höhen bedeckt, die am tiefsten gelegenen Partien der Ebene einnimmt. Er findet sich daher hauptsächlich an zwei Lokalitäten, nämlich an den beiden Kalkflächen westlich der Makabana- und nördlich der Mosseyanberge. Dieselben liegen über Einsenkungen im Grundgestein und stellen ehemalige, jetzt ausgefüllte Seebecken vor. Die Tiefe der Ablagerungen und damit der Einsenkungen ist nicht bekannt. Anscheinend liegen flache beckenförmige Vertiefungen im Untergrund vor, wie wir sie anderswo noch oft finden werden. Die Oberfläche der beiden Kalkflächen ist jetzt eine Ebene, die mit kalkreichem Sand bedeckt ist, der da, wo während der Regenzeit Wassertümpel stehen, grau, humos und tonig ist. Die Vegetation dieser Kalkflächen ist ganz charakteristisch, besteht nämlich fast ausschließlich aus einer bis mannshohen Akazie — Leboána —, die durch kleine eiförmige Blätter und lange weiße Dornen ausgezeichnet ist. Der Boden ist aber fast kahl. Übrigens enthalten die Kalktuffe die gleichen Gastropoden wie der Sinterkalk.

2) Der Kalaharisand bildet allseitig die Begrenzung der kleinen Gesteinsoase des Kwebegebiets. Es ist ein blaßrötlicher Sand aus abgerundeten und eckigen Quarzkörnern, die da, wo der Sand tief und von anstehendem Gestein fern ist, selten über 1 mm groß werden. Dagegen liegt zwischen den Quarzkörnern stets eine große Masse feiner eckiger Splitter und staubförmiger Partikel.

An der Oberfläche ist er nicht gleichmäßig ausgebildet, indem er bis zu ca. 2 m Tiefe rötlich, grau, humos und reich an Wurzelfasern ist. Unter dieser Vegetationsschicht liegt rötlicher Sand, den Ameisen und Termiten aus der Tiefe heraufholen und an der Oberfläche ablagern. Auf der Vegetationsschicht liegt nun aber noch, wie ein fremdartiger Überzug, eine 1—2 cm dicke Schicht weißlichen Sandes, der an Vegetabilien arm ist und sich scharf von der graurötlichen Vegetationsschicht abhebt. Dieser helle Sand häuft sich um Grasstauden, Büsche, Baumstämme an, so daß er sie mantelartig umgibt und häufig kleine Erhebungen bildet. Diese helle Sandschicht sei in Zukunft Oberflächensandhaut oder kurz Sandhaut genannt. Auf ihre Entstehung werden wir später eingehen.

Der Sand ist an der Oberfläche kalkfrei, in der Tiefe dagegen finden sich Kalkkonkretionen, ähnlich den Lößmännchen. Die Schächte, die im Bereich der beiden Vleys I und II angelegt wurden, entblößten in 2—5 m Tiefe solche vereinzelte Kalkkonkretionen von Bleistiftdicke und einigen Zentimetern Länge. Auch war der Sand in großer Tiefe nicht immer gleichmäßig rötlich, sondern zuweilen rot und weiß geflammt und gebändert, freilich nur lokal. In

einer Tiefe von ca. 5—6 m wurde er ganz weiß. An der Oberfläche ist von solchen Unterschieden freilich nichts zu merken. Dieser Sand bedeckt die weiten Ebenen der Kalahari, rings um die Kwebe- und Makabanaberge herum. Er schiebt sich zwischen beiden Berggruppen hindurch und trennt so die Gesteinsinseln voneinander. An der Ostseite der Kwebeberge geht er bis an die Bergketten heran und zieht sich sogar an deren Gehängen empor um einen Betrag von ca. 15—20 m Höhe. Ja er erfüllt sogar die sich nach Osten hin öffnenden Täler, und die nordöstlichsten Ausläufer der Ketten werden von ihm ganz überwältigt. Seine größte gemessene Tiefe südlich der Vley II war 10 m.

Die Westseite der Kwebeberge ist dagegen von tiefem Kalaharisand frei. Hier finden wir vielmehr die anstehenden Gesteine, während sich der Sand mit deutlicher Böschung im Süden und Norden um die Gesteinsoase herumzieht und im Nordwesten in das wellige Sandfeld südlich des Ngami übergeht.

An den Makabana ist die verschiedenartige Verteilung des Sandes an der West- und Ostseite nicht so deutlich ausgesprochen. Zwar haben wir auch hier die Gesteinsoase an der Westseite, ob aber die östlichen Gehänge gleichfalls von dem andrängenden Sande begraben werden, ist mir nicht bekannt, da ich den östlichsten Ausläufer nicht besucht habe. Jedenfalls liegt innerhalb des Bogens, den die beiden Schenkel der Bergketten bilden, noch eine Gesteinsfläche, die nach Südosten hin vom Sand bedeckt wird. Ich bin aber nicht bis zu ihm vorgedrungen. Ist die Anlagerung des Sandes auf der Ostseite der Makabana auch nicht genau bekannt, so darf man doch annehmen, daß er in ähnlicher Weise von Osten her gegen die Berge andrängt, wie er es bei allen andern Berginseln tut.

Die Verteilung des Sandes, besonders sein Ansteigen an den östlichen Gehängen, deutet auf eine Einwirkung des Windes hin. Daß hauptsächlich östliche Winde herrschen, stimmt mit dieser Verteilung des Sandes gut überein. Man wird also verstehen, daß ich bei der Erforschung dieses Teiles der Kalahari — es waren ja die ersten Studien, die ich im Bereich des Kalaharisandes überhaupt machen konnte — zunächst an eine Flugsandbildung dachte. Halten wir einmal diesen Gesichtspunkt bei der ferneren Erforschung der weiten Sandflächen fest, und sehen wir zu, ob er zu einer völligen Erklärung der Kalaharisteppe ausreicht.

B) Rezente Bildungen.

Unter dem Namen „Rezente Bildungen“ kann man alle diejenigen Ablagerungen zusammenfassen, welche in der Gegenwart noch entstehen. Kalaharikalk und -sand sind bereits abgeschlossene geologische Bildungen; sie zählen trotz ihres verhältnismäßig jungen Alters — die Kalke enthalten ja Schalen rezenter Schnecken — hier nicht mit. Vielmehr kommen hier nur die Verwitterungsprodukte und die lokalen Vorkommen von Schwemmland in den Tälern und Senkungen am Fuß der Berge in Frage.

a) Die Verwitterungsprodukte in situ. Um einen Überblick über die Verwitterungsprodukte des Kwebegebiets zu erhalten, wollen wir einmal die Bodenverhältnisse in Augenschein nehmen, wie sie sich uns bei einer Exkursion quer durch das Kwebegebiet zeigen.

Stundenlang sind wir auf dem Wege von Toting herkommend durch tiefen, rötlichen, feinen Sand gewatet. Welle folgte auf Welle, jede 10—20 m hoch, aber sehr flach ansteigend und durch 1—2 Kilometer breite Mulden getrennt. Alle streichen regelmäßig von W.S.W nach O.N.O. Wir stehen jetzt auf der Höhe der südlichsten Welle und blicken über eine weite Ebene mit niedrigem Buschwald, die im Süden von den langen blauen Kuppen und Rücken der Kwebe- und Makabanaberge abgeschlossen wird. Es geht allmählich hergab. Der helle rötliche Sandboden wird grau, eckige Brocken von weißem und rostbraunem Quarz,

nebst Kalk treten auf und bedecken bald zahlreich in bis erbsengroßen Stücken die Oberfläche des Sandes. Etwa 1½ km vor der Trennungsstelle der Wege kreuzt ein Quarzgang den Weg. Bis ½ m hohe Blöcke weißen soliden Quarzes ragen mit glatter Oberfläche und spärlichem schwarzen Eisenglanz in Plattenform aus dem Sand auf. Die Blöcke liegen auf einer S.W.—N.O. streichenden Linie.

Weiter gehts über den Sand hin. Hinter der Wegeteilung — wir schlagen den westlichen Weg ein — treten Brocken rötlicher Grauwacke und weißen Quarzes auf. Dieselben nehmen an Zahl und Größe zu, desgleichen Kalkbrocken. Sie werden hand- bis kopfgroß, und dann beginnt eine flache, mit enorm dichtem Busch bedeckte Erhebung, die aus Grauwacken und Sinterkalk besteht. Letzterer bildet dicke Rinden auf jenem Gestein und ist selbst mit Grauwackenstücken erfüllt. Es fehlt aber auch nicht der feine Sand, der sogar lokal alles verhüllen kann. Im Bereich der Grauwacken ist er freilich nicht nur reich an Brocken von Kalk, Quarz und Grauwacken, sondern auch toniger, daher bindiger als sonst. Die Grauwackenstücke sind größtenteils lose Blöcke, selten ihrer Größe und gleichmäßigen Lagerung nach als anstehend erkennbar. Äußerlich sind sie mit bräunlicher Verwitterungsrinde umgeben, im Innern aber frisch und grau gefärbt.

Eine Ebene rötlichen Sandes, mit dichtem Buschwald bedeckt, beginnt wieder jenseits des Monekauweges. Kleine Brocken von Quarz, Grauwacken und Kalk liegen massenhaft auf seiner Oberfläche. Hier und da treten größere Blöcke der beiden letzten Gesteine auf, zuweilen zahlreich. Flache Buckel aus harten Sinterkalkkuchen und -Rinden, mit Grauwackenstücken erfüllt, von rundlichem Umriß und stets mit fast undurchdringlichem Busch bedeckt, erheben sich hier und dort. Plötzlich nimmt der Kalk überhand. Nur Sand und Kalkschollen bilden den Boden, und jetzt stehen wir am Rande einer flußbettartigen, in die Kalkmassen eingesenkten Vertiefung, einer „Laagte", die 50—60 m breit und 3—4 m tief ist. Hier verdrängt die Kalkakazie Leboana den gewöhnlichen Buschwald, und mühsam bahnen wir uns durch ihre langen weißen Stacheln und über das Kalkgeröll einen Weg. Jenseits der Laagte kommt wieder Sand voller Quarz-, Grauwacken- und Kalkstücke; nur hier und dort liegen größere lose Blöcke. Vor den Mosseyanbergen überschreiten wir noch einmal einen Wall von Quarzblöcken. Dieselben ragen bis 1 m hoch über den Sand auf, haben eine glatte weiße Oberfläche und bestehen aus grobkrystallinem bis dichtem Quarz mit Eisenglanztafeln.

Etwa hundert Meter vor den Mosseyanbergen beginnen im Sand kleine eckige Porphyrstücke, die allmählich die anderen Brocken verdrängen. Aber erst am Abhang der Berge selbst tritt dieses Gestein in großen Blöcken und anstehend auf.

Der Porphyr der Mosseyankette bildet oberflächlich gebräunte und angewitterte Felsmassen. Im Innern sind sie frisch. Lange Längsspalten durchsetzen das Gestein parallel zum Streichen der Kette. Dieselben durchfurchen z. T. die Oberfläche der Felsen, z. T. ist diese aber auch glatt und gerundet. An anderen Stellen bedeckt eckiger Porphyrschutt die flachen Gehänge und erfüllt die Spalten. Der gebänderte Porphyr der Mosseyan neigt mehr zum Zerfall als das massige Gestein der Hauptgruppe.

Wir haben die etwa 50 m hohe Kette überschritten und durchschreiten die Ebene zwischen dieser und der Hauptgruppe. Wieder bedeckt heller rötlicher Sand den Boden. Kalk- und Porphyrbrocken, zuweilen Diabas- und Grauwackenstücke liegen als feiner Grus auf seiner Oberfläche oder treten in größeren Blöcken auf. Auch kreuzt der Weg wohl eine Klippenreihe anstehender Porphyrfelsen. In flachen Senkungen finden wir oft einen grauen tonig-sandigen humosen Boden. Hier steht in der Regenzeit Wasser in Tümpeln. Dichter Busch erschwert sehr das Vorwärtskommen. Endlich aber erreichen wir den Fuß der Zentralkette und beginnen den ermüdenden Aufstieg über ein gewaltiges Chaos

von Porphyrblöcken. Dieselben sind regellos übereinander gehäuft. Kleinere eckige Porphyrstücke, besonders auch zahlreiche bis faustgroße weiße Quarzstücke erfüllen die Spalten zwischen den Blöcken. Oft herrscht der Grus an flachen Böschungen vor, oder es tritt das anstehende Gestein in großer Ausdehnung zutage. Dann ist es stets von Klüften durchsetzt, die oft große Regelmäßigkeit besitzen. Oberflächlich ist es wenig gebräunt und verwittert; mehr schon der Grus, der auch z. T. in Brauneisensteinbrocken verwandelt ist.

Dichter Wald bedeckt alles. In den Schutt sowie in die Spalten des anstehenden Gesteins senden die Bäume, besonders die gewaltigen Baobabs, ihre Wurzeln hinein, zersprengen die Felsen, erweitern die Klüfte und tragen so zum Zerfall des Gesteins ganz erheblich bei.

So geht es denn über Blockhalden und feinen Grus, über zerspaltenen Fels und Wurzelmassen, zwischen Büschen, Stämmen und Gras auf den Kamm der Zentralkette hinauf und jenseits in gleicher Weise wieder herab. Kaum haben wir aber den Fuß des Abhanges erreicht, so stehen wir auf einer ebenen Sandfläche in der Bucht zwischen der Zentral- und Ostkette. Wieder besteht der Boden aus feinem rötlichem Sand, der mit Porphyrgrus erfüllt ist. Im Bereich des erwähnten Kalkvorkommens liegen auch zahlreiche Kalkschollen, und dort herrscht sofort die typische Kalkvegetation. Porphyrblöcke ragen anfangs noch auf, aber schon vor dem Erreichen der ersten Sandpfanne sind Porphyrbrocken nur noch spärlich auf dem Sand zu finden. Hinter derselben verschwinden auch diese bald, und wir betreten das endlose Sandfeld der Steppe.

Auf dieser Wanderung haben wir alle wesentlichen Typen der Verwitterungsprodukte kennen gelernt, den Porphyrschutt der Gehänge und die mit Gesteinsstücken erfüllten Sande der Ebene.

Der Porphyrschutt besteht einmal aus den gewaltigen Blockhalden, die die Gehänge bedecken, sodann aus eckigem und gerundetem, grobem bis feinem Schutt von Porphyr und Quarzstücken, die zum großen Teil bereits zersetzt und mit rotbraunen Rinden bedeckt sind, und schließlich aus dem erdigen eisenschüssigen, mit zersetzten kleinen Porphyrbrocken erfüllten Grus und Lehm, der Spalten erfüllt und flache Böschungen bedeckt.

Der Sand der Ebene ist dagegen ein rötlicher bis grauer feiner Quarzsand mit reichlichen staubigen Partikeln. Eckige Bruchstücke des liegenden Gesteins sind in ihm um so zahlreicher vorhanden, je flachgründiger er ist. Wo das liegende Gestein in großen Mengen zutage tritt, verändert sich der Sand. Im Bereich der Grauwacken wird er rötlich und bindig, d. h. tonig, im Gebiet des Kalks dagegen kalkreich. Nach dem Kalaharisand hin verliert er die größeren Gesteinspartikel und geht allmählich in letzteren über, so daß eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht zu ziehen ist. Vegetationsschicht und Sandhaut fehlen auch dem Decksand nicht.

Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß dieser Sand kein reines Verwitterungsprodukt der Kwebegesteine ist. Weder Porphyre noch Diabase, weder Grauwacken noch Kalke liefern einen solchen mit eckigen Bruchstücken untermischten Quarzsand. Letzterer stammt vielmehr vom Kalaharisand ab, in den er ja auch übergeht. Teils durch den Wind ausgebreitet, teils vielleicht auch primär in dünner Schicht am Rande der mächtigen Kalaharisandmassen abgelagert, bedeckt er die Gesteine, mischt sich mit deren Detritus und wird da, wo letztere in großer Masse auftreten, durch deren Verwitterungsprodukte verändert. Deshalb wird er im Gebiet der Grauwackenzone tonig und stärker rotbraun; ebenso da, wo er den Porphyr in dünner Decke überlagert. Diese teils aus Kalaharisand, teils aus Verwitterungsprodukten bestehenden Sande mögen den Namen Decksand erhalten. Sie haben im Ngamiland eine weite Verbreitung. Die Art ihrer Entstehung wird bei Besprechung des Chansefeldes ausführlich zur Darstellung kommen (Kap. XVI).

Was nun den Charakter der Verwitterung betrifft, so ist dieselbe keineswegs besonders intensiv zu nennen, wenn auch von tropischem Charakter. Abgesehen von der Rotfärbung und einer doch immerhin recht bescheidenen Entstehung von Brauneisensteinbrocken und -Rinden auf Porphyr und Grauwacken, ist von einer tiefgründigen Roterde- oder gar Lateritbildung nicht die Rede. Nirgends ist eine erhebliche akkumulative Zersetzung zu beobachten. Die chemische Zersetzung der Gesteine ist also zweifellos nur unbedeutend. Das ist auch leicht verständlich.

Obwohl unser Gebiet in der Tropenzone liegt, sind die Niederschläge doch verhältnismäßig gering. Die Regen fallen zwar von Ende November bis Ende April, aber sehr unregelmäßig. Oft treten wochenlange Pausen ein. Außerdem regnet es hier meist strichweise, einzelnen Gewitterwolken entsprechend. Auch die jährlichen Schwankungen sind oft groß. So ist denn die unbedeutende chemische Zersetzung der Gesteine sehr wohl erklärlich.

Wie steht es nun mit der mechanischen Zerstörung der Gesteine? Unzweifelhaft sind die klimatischen Bedingungen für eine solche günstig. Dieselbe kommt ja bekanntlich durch schnellen Temperaturwechsel zustande, große Erhitzung durch die Sonne und starke Abkühlung bei Nacht. Die Folge davon ist einmal ein Zerspringen des Gesteins im Großen, d. h. in gewaltige Blöcke, sodann aber ein Abplatzen von Schalen und Schuppen, sowie Lockerung des Mineralgefüges und Zerfall in die einzelnen Bestandteile.

Trotz der unzweifelhaft günstigen klimatischen Verhältnisse — wolkenloser Himmel, Trockenheit, heiße Tage und kalte Nächte während der Trockenzeit, während der nassen Jahreszeit aber schnelle Abkühlung des Gesteins durch kalte Regen und oft gleich daraurfolgende neue Erhitzung durch die Sonne — trotz aller dieser günstigen Bedingungen ist doch auch der mechanische Zerfall der Gesteine keineswegs so energisch, daß er besonders in die Augen springt. Durch mechanische Zerstörung entstandenem „Wüstenschutt“ begegnen wir in der Ebene mindestens nicht.

Die Gründe hierfür sind verschiedenartig. Einmal ist die starke Vegetationsbedeckung ein entschiedenes Hindernis. Denn die Wirkung der Bestrahlung wird durch die dichte Bewaldung abgeschwächt. Außerdem ist das Gestein ja zum großen Teil durch Decksand geschützt.

Sodann aber ist die Struktur der Gesteine einem mechanischen Zerfall nicht günstig. Weder die homogenen Kalksteine, noch die Diabase, noch auch die felsitischen Porphyre haben ein Mineralgefüge, das eine mechanische Auflockerung durch Temperaturdifferenzen begünstigt, eher schon die feinkörnigen Grauwacken, die ja aus verschiedenfarbigen Mineralien bestehen.

Dagegen könnte das Zerspringen der Gesteine im Großen bei der Bildung der gewaltigen Blockmassen der Porphyrberge eine Rolle gespielt haben. Es ist aber natürlich nicht mit Sicherheit zu entscheiden, inwieweit die Baumwurzeln oder das Zerplatzen der Gesteine an der Bildung von Spalten und Blöcken schuld ist. Ich persönlich gewann den Eindruck, daß bei der dichten Bewaldung keine bedeutende Insolationswirkung stattfindet. Freilich zerspringt ja der felsitische Porphyr viel schwerer, als beispielsweise Granit. So typische Insolationswirkung wie in Granitgebirgen findet man in den Kwebebergen jedenfalls nicht. Das grobkörnige Mineralgemenge der Granite ist ja zu solcher Auflockerung am meisten geneigt. Interessant ist es, daß im Bereich der granitähnlichen Porphyrvarietät in der Nähe des Brunnens der Makabana solche Auflockerung nebst Abspringen von Schalen bereits zu beobachten ist.

Auf die Wirkung der Vegetation wurde schon hingewiesen. Einmal befördern die Wurzeln bekanntlich die chemische Zerstörung der Felsen direkt durch ihre physiologische Tätigkeit, indirekt aber durch Festhalten der Feuchtigkeit. Auch bricht der dichte Pflanzenwuchs die Kraft des spülenden Regens.

Die mechanische Zerstörung der Gesteine aber wird einmal befördert durch das Eindringen der Wurzeln in Spalten und Risse, sodann aber auch vermindert durch die Beschattung des Gesteins und die damit verbundene Abschwächung der Insolation.

Eine enorme Bedeutung hat die Vegetation auf die Wirkung der Winde. Eine energische Winderosion mit und ohne Sandgebläse fehlt hier fast ganz. Die Vegetationsdecke des Sandfeldes ist viel zu dicht, als daß ein Treiben des Sandes möglich wäre. Die gewöhnlichen kräftigen Winde, die täglich wehen, führen keinen Sand mit. Nur die allerdings sehr häufigen Windhosen, die während der heißen Tageszeit massenhaft über die Ebenen wirbeln, schleudern Sand umher, der aber auch sofort wieder niederfällt. Nur ganz ausnahmsweise treten gewaltige östliche Stürme auf, die enorme Staubmassen mit sich führen, wie z. B. im Juli 1898. Wegen ihrer Seltenheit können solche Winde aber keinen großen geologischen Effekt haben. In der Tat gewinnt man bei dem ersten Anblick des harten, festen, von Gras und dichtem Buschwald bedeckten Sandfeldes den Eindruck, daß dieser Sand festliegt und kein Spielball des Windes ist. Vollständig dürfte freilich Sand- oder besser Staubgebläse nicht fehlen. Wo kleine Gesteinsklippen aufragen, zeigen sie häufig eine glatte, wie polierte Oberfläche und rundliche Formen, die nicht etwa durch Abplatzen von Schalen entstanden sein können. Die schwarzen Kalkklippen am Standlager I, die Blöcke der Quarzgänge, zahlreiche Grauwacken- und Porphyrklippen, die nur wenige Fuß aus dem Sand aufragen, haben z. B. solche glatte, rundliche Oberflächen. Windwirkung ist also wohl nachweisbar, aber sie ist so unbedeutend, daß sie leicht zu übersehen ist.

So kommen wir denn zu dem Ergebnis, daß die Verwitterung im Kwebegebiet in keiner Weise einen nach einer bestimmten Richtung hin ausgeprägten Charakter besitzt. Die für die Tropen charakteristische akkumulative Verwitterung zu Roterden und Laterit ist nur angedeutet, die mechanische Zerstörung aber erst recht gering. Windwirkung spielt eine noch geringere Rolle. Zwar herrscht hier eine typische Regen- und Trockenzeit. Sind aber die Niederschläge auch genügend, um einen tropischen Steppenwald zu erzeugen, so reichen sie für energische tropische Verwitterung doch keineswegs aus. Die dichte Vegetation aber verhindert einmal eine energische Windwirkung, die bei der Trockenheit des Klimas und der Stärke der täglichen Winde sonst vorhanden wäre, schützt andererseits auch die Gesteine vor energischer Insolation und mechanischer Zerstörung. Wie das Klima ein gemäßigtes Tropenklima zu nennen ist, so ist auch die Verwitterung eine gemäßigte Tropenverwitterung, man könnte fast sagen, schwächlich und ohne ausgeprägten Charakter und ihrer Intensität nach geringer als in unserer Zone.

An dieser Stelle sei noch auf ein Gestein aufmerksam gemacht, das wohl kaum unter den heutigen, sondern unter früheren Verhältnissen gebildet werden ist, nämlich einen Gang von Bohnerz. Derselbe befindet sich am Lager von Tschutschuani auf der Nordseite der Stelle, wo der Weg nach Lekala das Lager verläßt. Er füllt eine handbreite Spalte im Porphyr aus und besteht aus kaffeebohnengroßen schaligen Kugeln von Brauneisenstein, die durch dasselbe Mineral verkittet sind. Diese Bildung deutet auf ein ehemals feuchteres Tropenklima hin und beansprucht in Verbindung mit ähnlichen Bildungen in der Kalahari, die wir noch kennen lernen werden, ein allgemeineres Interesse.

b) Alluviale Bildungen. Angeschwemmte Massen spielen in unserm Gebiet keine große Rolle. Die Ursache hierfür ist leicht erkennbar. In den Ebenen kann das spülende Regenwasser wegen der geringen Niveaudifferenzen, der Absorptionsfähigkeit der Sande und der dichten Vegetation keine Wirkung entfalten. Hier und da steht wohl während der Regenzeit in den Niederungen Wasser, dort finden wir wohl auch einen grauen humosen sandig-tonigen Boden,

der während der Regenzeit ein dunkler Schlamm ist, allein derselbe verdankt mehr einer Ansammlung von Staub als einer Einschwemmung seine Entstehung. So sind z. B. die beiden Kalktuffflächen mit solchem grauem tonigem Boden bedeckt, so weit während der Regenzeit Pfützen stehen, und desgleichen die Senkungen in der Ebene zwischen den Mosseyanbergen und der Westkette.

Auf den Berggehängen ist die spülende Wirkung der Regen auch gering, weil sowohl die dichte Vegetation als die Blockhalden eine energische Abschwemmung der zerkleinerten Massen verhindern. So werden wohl letztere allmählich am Abhang hinabgeschoben, bedecken wohl auch flache Gehänge vollständig, wie z. B. das sehr flache Gehänge zwischen dem Kwebepeak und den Brunnenlöchern, wo einst die Stadt der Batauana stand, aber nur an einer Stelle kann man von wirklichen alluvialen Ablagerungen sprechen. Nämlich in dem Tal nördlich der Missionsstation, durch welches der Fahrweg führt, ist der Boden mit einem grauen, etwas humosen und tonigen Sand mit Porphyrbrocken bedeckt, der zweifellos von den Gehängen abgeschwemmter Detritus ist. Auf diesem alluvialen Land lagen die Felder der Mission. Es steht in Verbindung mit einer Niederung, die sich am westlichen Fuß der Tschutschnanikuppe hinzieht und während der Regenzeit einen Sumpf mit schwärzlichem Schlammboden und Pfützen stehenden Wassers bildet. Daß bei starken Regengüssen das Wasser aus dem Missionstal bis in diesen Sumpf fließt, ist möglich, wurde während unserer Anwesenheit aber nicht beobachtet. Auch fehlten Spuren dafür, daß in jüngster Zeit ein solcher Zufluß stattgefunden habe.

In den Kwebebergen habe ich nirgends Wasserrisse von irgend welcher Bedeutung gefunden, nur an der Westseite der Makabana existiert ein kurzer, 1 m breiter Spruit. Die in Kalk gelegene Laagte westlich der Mosseyanberge muß sehr alt sein und aus einer Zeit stammen, wo die Niederschlagsverhältnisse ganz andere waren als heutzutage. Es waren auch dort keine Anzeichen vorhanden, daß Wasser in jüngster Zeit abgeflossen sei.

Rückblick.

Auf der Oberfläche der Chansegrauwacken, die teils flache Buckel und Wellen, teils Mulden und Niederungen aufweist, liegt der **Kalaharikalk**, und zwar waren die Gesteine der Chanseschichten vor seiner Ablagerung anscheinend teilweise in losen Grus aus höchstens oberflächlich angewitterten eckigen Bruchstücken aufgelöst. Derselbe ist von dem Kalk verkittet worden.

Im Kalaharikalk sind zwei verschiedene Bildungen zu unterscheiden, ein harter Kalk mit Sinterstruktur, der Rinden, Decken und Hauben auf den Grauwackenwellen und -buckeln bildet, und ein sandiger Kalktuff, der beckenförmige Niederungen ausfüllt.

Auf die Berge steigt der Kalk nicht hinauf, nur an einer Stelle findet sich innerhalb derselben eine Bildung von Sinterkalk.

Der **Kalaharisand** umgibt die Gesteinsinsel allseitig. Von O. und S.O. drängt er an den Berggehängen hinan und erfüllt die Täler. Dagegen fehlt er auf der N.W.-Seite. Dort tritt Gestein in den Ebenen auf, dort ist die Region des **Decksandes**, d. h. eines mit Grus und Verwitterungsprodukten des liegenden Gesteins gemischten, wenig mächtigen Sandes.

Alluviale Ablagerungen treten ganz in den Hintergrund. Die **Verwitterung** der Gesteine ist zwar im großen und ganzen von tropischem Charakter, aber wenig intensiv.

III. Die Wasserverhältnisse.

Die wichtigste Frage jedes Reisenden in diesen Ländern ist die nach dem Wasser. Beruht doch auf der Anwesenheit dieses Elements die dauernde Bewohnbarkeit des Landes für Menschen und Tiere.

Während der Regenzeit ist das Kwebegebiet keineswegs wasserarm. Zwar fehlen tosende Wildbäche und sprudelnde Quellen auch nach den stärksten Regengüssen, allein in den Niederungen steht Wasser in Pfützen, so z. B. am westlichen Fuß des Tschutschuaniberges, wo sogar Wildschweine sich aufhalten, zwischen den Mosseyan und der Hauptkette, in den beiden Sandpfannen am Wege zu den Makabana und denen von Nossi und am Wege von Kwebe nach Toting. Aber alle diese Pfützen sind vergänglicher Natur. Sobald die Trockenzeit einsetzt, verdunstet das Wasser sehr schnell.

Nur an einer einzigen Stelle, nämlich nahe der Missionsstation, wo sich auch das Lager der Expedition befand, sind Brunnen mit dauerndem Wasser zu finden. Dieselben sind der letzte Rest einer großen Anzahl von Brunnen, die einstmals die Berge für eine dichte Bevölkerung bewohnbar machten. An dem Tschutschuaniberg sind ein halbes Dutzend solcher ehemaliger Brunnenlöcher nachweisbar, von denen einige noch Anfang der neunziger Jahre Wasser führten. Andere liegen an der Ostseite des Kolfantan, noch andere am Westende der Gemarkung Nossi. Hier hatte noch in den achtziger Jahren ein Batauana einen ständigen Viehposten, während an denen des Kolfantan vor 100 Jahren die erste Batauanastadt lag. Auch an dem Brunnen in den Makabana stand einst ein großes Batauanadorf. Jetzt sind alle diese Plätze unbewohnbar.

Die Ursache, warum außer an einer Stelle alle Quellen versiegt sind, beruht auf ihrem geologischen Bau, abgesehen von den klimatischen Bedingungen.

Die versiegten Quellen sind nämlich durchweg einfache Spaltquellen. Man hat an jeder Quelle zwei Systeme von Spalten zu unterscheiden. Zunächst liegen die Brunnen meist in einer Reihe am Rande flacher felsiger Böschungen, und zwar entsprechen diese Ränder und damit die Brunnenreihen Spalten im Gestein, die, wie die Aufschlußarbeiten im Brunnenschacht von Tschutschuani zeigten, mit lehmigen Zersetzungsprodukten der Porphyre ausgefüllt sind.

Parallel dem Abfall der Böschung stoßen nun auf die Brunnenspalten, wie ich sie kurz nennen will, andere steil in die Tiefe setzende Spalten schief auf, die Zuflußspalten. Beide Spaltensysteme entsprechen in allen untersuchten Fällen tektonischen Klüften. Am Tschutschuaniberg strichen dieselben von S.W.—N.O., die Brunnenspalten dagegen ungefähr W.—O. Am Kolfantan ist es gerade umgekehrt. Die Brunnenspalte streicht von S.W.—NO., die andere Kluftrichtung geht von W. nach O. In den Makabana ist es genau so wie in Tschutschuani. Die Brunnenlöcher von Nossi habe ich persönlich nicht untersucht, wenn man aber aus der geologischen Beschaffenheit der Umgebung einen Schluß ziehen darf, so dürften hier gleichfalls Spaltquellen vorgelegen haben.

Der Zufluß erfolgt in der Weise, daß das Wasser, auf einer oder mehreren der tektonischen Klüfte zirkulierend, die Querspalte, auf der die Brunnenlöcher liegen, erreicht und auf derselben an die Oberfläche tritt, resp. in die Tiefe abläuft. Es handelt sich also ausschließlich um relativ schnell zirkulierendes Regenwasser. Daher flossen die Brunnen früher während heftiger Regenperioden oft über und überschwemmten die Umgebung, so daß sie Tausenden von Rindern genügten. In der trockenen Jahreszeit schrumpften sie aber zu kleinen Wasserlöchern zusammen.

Sehr instruktiv war ein Brunnenschacht, den General Lugard in Tschutschuani im November 1896 anlegte, um dauernd Wasser zu erhalten. In einem Brunnenloch, das noch im Jahre 1889 sehr viel Wasser gegeben hatte, wurde ein Schacht gesunken. Er führte durch wenig zersetzten violetten Porphyr. Dieser war ziemlich zerspalten, und zwar fiel besonders eine W.—O. streichende, lehmerfüllte, etwa 1 cm dicke Spalte auf. Auf dieselbe liefen zahlreiche von S.W.—N.O. streichende Klüfte zu. Anfang Dezember stieß man in 12 Fuß Tiefe auf eine dünne Wasserader. Dieselbe gab zunächst täglich nur wenige Eimer Wasser;

allein nachdem der Brunnen bis auf ca. 15 Fuß vertieft war, genügte die Menge im Januar und Februar wenigstens für die Europäer, d. h. ca. ein Dutzend Menschen, zum täglichen Bedarf. Im März nahm das Wasser sehr ab, im April versiegte es fast ganz. Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß das Wasser lediglich Regenwasser war. Denn etwa 2—3 Wochen nach den ersten heftigen Regen begann es zu fließen. Die Quelle war nach dem Höhepunkt der Regenzeit, Ende Januar und im Februar, am reichsten und nahm dann sehr schnell ab, da der März sehr trocken war.

Im Gegensatz zu den heutzutage versiegten Spaltquellen haben die Brunnenlöcher der Missionsstation von Kwebe eine Beschaffenheit, die ein Versiegen bisher verhindert hat. Zwar liegen auch sie auf Spalten, allein diese sind mit einer Masse erfüllt, welche wasserhaltende Fähigkeit besitzt. Betrachten wir diese Quellen näher.

Die Brunnenlöcher liegen auf der ziemlich ebenen Fläche, die sich südlich der Missionsstation hinzieht, und zwar innerhalb einer flachen, von S.W.—N.O. streichenden flußbettartigen Senkung. In und an ihrem Rande liegen einige Dutzend 1—3 m tiefer und breiter Gruben. Dieselben streichen alle ungefähr von S.W.—N.O., liegen aber nicht auf einer, sondern mehreren parallelen Linien. Die nördlichsten befinden sich bereits am Abhang der Fläche, auf der einst die alte Stadt gestanden hat.

Vor etwa 100 Jahren gaben alle Brunnenlöcher reichlich Wasser. Im Jahre 1889 war nur noch eine Grube vorhanden, in der sich ein kleiner Teich befand. Nach Begründung der Mission wurden zwei alte Gruben neu eröffnet, und man fand in geringer Tiefe reichlich Wasser. Diese beiden Brunnen liegen dicht nebeneinander, und zwar sind sie fast die nördlichsten. Ihre Beschaffenheit ist folgende.

In einer flachen, ca. 10 m breiten, 20 m langen Vertiefung liegen zwei Gruppen von Brunnenlöchern. Einigermaßen aufgeschlossen sind nur die Gruben a, b, c und d. a und c sind am besten ausgearbeitet und enthalten Wasser. (Blatt 13, Abb. 8).

Im Brunnenloch finden wir folgendes Profil:

1) Quarzporphyr.
2) Gelbe Erde mit Porphyrstücken.
3) Gemisch von Quarzporphyr und gelber Erde.
4) Geröllmassen der Oberfläche.
5) Vertikalstehende Platten von Quarzporphyr.
6) Trümmer des plattenförmigen Porphyr 5.
7) Eckige Porphyrtrümmer.
8) Wasser.

Das Profil durch a und b ergibt zunächst, daß zwischen einer soliden (1) und einer plattigen und zertrümmerten Porphyrmasse (5—7) eine eigentümliche gelbe Erde liegt, die zahlreiche eckige Bruchstücke von Porphyr enthält und noch näher beschrieben werden soll. Bedeckt wird das ganze von einer z. T. mächtigen Schicht den Abhang herabgerollter Porphyrblöcke in Gehängelehm und -Grus. Die Grenze zwischen gelber Erde und Porphyr 7 ist nicht aufgeschlossen. Man gewinnt den Eindruck, daß die gelbe Erde eine Spalte im Porphyr ausfüllt.

Noch deutlicher sind die Verhältnisse in den Gruben c und d. (Blatt 13, Abb. 8 B).

1), 2), 3) Quarzporphyr.
4) Gang gelber Erde.
5) Schmitzen gelber Erde.
6) Wasser.
7) Oberflächenschutt.

Das Profil zeigt deutlich, daß in der Grube c eine Säule gelber Erde

zwischen Porphyrmassen steht. Die Beobachtung an Ort und Stelle ergab, daß sie gewissermaßen ein Gang im Porphyr ist. In d bildet Porphyr allseitig die Wände. Nur Schmitzen gelber Erde greifen in den Porphyr ein (5 [1–6]). Die Beschaffenheit des Bodens ist nicht bekannt, wahrscheinlich jedoch Quarzporphyr. In diesem Falle haben wir es also mit einem System kleiner Gänge gelber Erde zu tun. Auch hier fehlt nicht der oberflächliche Gehängeschutt (7).

Die Untersuchung anderer Gruben ergab nun überall dieselben Verhältnisse. Stets war ein Gang gelber Erde, der das Brunnenloch durchsetzt, nachweisbar. Es kann kaum ein Zweifel sein, daß das Vorhandensein solcher Gänge die Ursache für die Quellen ist. Sie sind nämlich die Wasser führenden Schichten, aus denen dasselbe in das Brunnenloch austritt.

Die Beschaffenheit dieser gelben Erde ist folgende:

Die Grundmasse besteht aus einem mittelkörnigen Sand. Die einzelnen Körner sind meist farblos, seltner rötlich oder gelblich. Als Zement dient ein mürber weißer toniger Kalk, der ganze Brocken bilden kann. Braune rundliche und eckige Körner von Brauneisenstein sind nicht selten. In dieser Grundmasse liegen ganz unregelmäßig, ohne jede Schichtung stecknadelkopf- bis wallnußgroße Stücke von Quarzporphyr, meist eckig, seltner abgerundet. Auch kopfgroße Trümmermassen und Schollen kommen vor. Diese gelbe Erde bildet Gänge, die nur einen kurzen Verlauf haben, sich häufig teilen, häufig in Trümmer auflösen und auskeilen. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen wenigen Zentimetern bis einen Meter und mehr. Im Durchschnitt sind sie nicht über 30 cm mächtig. Dank dem kalkig-tonigen Zement halten sie das Wasser gut, sind feucht, daher oft mit grünen Algen bedeckt und geben so Veranlassung zu der Wasseransammlung in den Brunnen.

Was ist diese gelbe Erde?

Als ich diese gelben Gänge im Porphyr zum ersten Mal sah, war mein erster Gedanke, es handle sich um zersetztes Eruptivgestein. Dem ganzen Habitus nach erinnert es an den berühmten „Gelben Grund" der Diamantminen, und zwar an den „gemischten Gelben Grund", der mit Kalkbrocken und Trümmern der Kraterwandung erfüllt ist. Die Porphyrblöcke schwimmen in ganz ähnlicher Weise in der gelben Erde Kwebes, wie die Gesteinstrümmer im zersetzten Kimberlit. Allein die genauere Betrachtung zeigte doch sofort das völlige Fehlen aller für Eruptivgesteine charakteristischen Mineralien. Man mußte in anbetracht der Zusammensetzung aus zementiertem Sand den Gedanken an Eruptivgestein aufgeben und an eine Spaltenausfüllung durch Schutt denken.

Eine solche Erklärung stößt nun freilich auf sehr große Schwierigkeiten. Wenn sich Spalten im Porphyr bildeten, so war es doch das natürlichste, daß sie mit den Zersetzungsprodukten des Porphyrs ausgefüllt wurden, wie z. B. die Spalten in dem Tschutschuanibrunnen. Allein diese gelbe Erde ist kein Porphyrdetritus. Sie enthält wohl Bruchstücke dieses Gesteins, aber die Grundmasse gleicht in keiner Weise dem gelben Porphyrlehm. Letzterer ist reich an Ton und sehr arm an Kalk. Das Zement der gelben Erde ist dagegen vorwiegend weißer Kalk. Auch gleicht der Quarzsand des Porphyrdetritus keineswegs dem der gelben Erde. Man kann sich also dem Gedanken nicht verschließen, daß diese Erde anderen Gesteinen als dem Porphyr ihre Entstehung verdankt. Sie könnte von Schichten stammen, die einst über dem Porphyr lagen, wurde von denselben in die Spalten dieses Gesteins herabgeschwemmt und füllte sie zusammen mit Porphyrschutt aus. Waren es Gesteine der Chanseschichten, oder der Ngamischichten, oder gar dynamometamorphe kalkhaltige Gesteine? Bei einer solchen Annahme würde ein großer Teil der Schwierigkeit, welche sich der Erklärung dieser kalkreichen Erde entgegensetzt, beseitigt werden.

Es schien von Interesse, die geologische Beschaffenheit der Kwebebrunnen eingehend zu betrachten, einmal, weil letztere als einziger Wasserplatz südlich

des Ngami eine so auffällige Erscheinung und von praktischer Wichtigkeit sind, sodann aber auch, weil sie eventuell darauf hinweisen, daß die Porphyrmassen einst zwischen anderen Schichten eingelagert waren und erst durch Denudation als Berge herausgewittert sind. Die ganze Entstehungsgeschichte der Kwebeberge erscheint durch die Erklärung der Kwebequellen in eigentümlicher Beleuchtung, und es eröffnet sich uns eine weite Perspektive für die Beurteilung der Veränderungen, die das Ngamigebiet durchgemacht hat. Sehen wir zu, ob weitere Beobachtungen für oder gegen eine solche Erklärung sprechen. Die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung sprechen ganz gewiß nicht gegen die Auffassung, daß die Kwebeporphyre in einiger Tiefe zur Erstarrung gekommen sind, während das Vorhandensein der dynamometamorphen Gesteine auf starke Dislokationen hinweist.

Ein noch auffallenderes Beispiel von dem Auftreten junger Kalke innerhalb der Porphyrberge ist der Sinterkalk auf der Ostseite der Zentralkette. Diese mehrere Meter mächtige Sinterbildung kann doch wohl kaum durch Auslaugung der Quarzporphyre entstanden sein. Nun handelt es sich aber um eine ganz junge Kalkablagerung, die zu einer Zeit entstand, als die Porphyrberge schon längst herausgewittert waren. Deshalb können andere Formationen, die die Porphyre einst um- und überlagert haben, wohl nicht für ihr Vorhandensein verantwortlich gemacht werden. Wir werden also darauf zu achten haben, ob der Kalkgehalt nicht auch anderer Herkunft sein könnte, und zwar nicht nur der Kalk der Sinterbildung, sondern auch der der Brunnenspalten.

Kapitel VII.

Die Monekau- und Mabäle a pudi-Berge.*)

Westlich der Kwebeberge liegen noch zwei Berggruppen, die Monekau- und Mabäle a pudi-Berge. Sie bilden mit den Kwebebergen eine bogenförmige Linie konzentrisch zum Südrand des Ngami, haben einen ähnlichen Bau wie diese und bestehen aus dem gleichen Gestein.

I. Die Monekauberge.

Die Monekauberge, die ich April 1897 zu besuchen Gelegenheit gehabt habe, liegen 30 km westlich von den Kwebebergen. Da zu diesen Bergen kein Fahrweg bestand, so hatte General Lugard bereits im Januar 1897 mit dem Ausschlagen eines Weges begonnen. Die Standlager I und II im Nordwesten der Mossevanberge waren an diesem Wege gelegen. Er geht 19 km weit, von Tschutschuani ab gerechnet, über rötlichen Decksand mit Kalkschollen, Grauwacken und Quarzstücken hin, dann beginnt plötzlich mit deutlichem Abhang der Kalaharisand. Es ist bemerkenswert, daß man diesen vielleicht 3—4 m hohen Abhang aus einer Entfernung von einigen hundert Metern als wohl abgegrenzte Stufe sehr deutlich erkennen kann. Kommt man aber an dieselbe heran, so verschwindet sie. Man sieht nur, daß der rote Sand tiefer wird und ganz allmählich ansteigt. Mit dem Beginn des tiefen Sandes enden die Gesteinspartikel des Untergrundes, und zugleich wechselt die Vegetation. Die hochstämmigen, dicht stehenden Motsiarabäume machen den niedrigeren Mochonono- und Mohatabäumen Platz. Anfangs halten sich noch die kalkliebenden Vaalbüsche, dann verschwinden auch sie ganz. Nun gehts über die rote Sandfläche hin, immer durch denselben dichten Busch, in dem Mochonono, Mohuta, Mochailiri, Sitsi, Mochailechaile, Moropapile, Mokropi, Molóto u. a. die Hauptrolle spielen.

Das war das Bild des ersten Tages, an dem wir nachmittags von Tschutschuani aufgebrochen waren. Nach Sonnenuntergang lagerten wir, 24 km von Tschutschuani entfernt, 5 km jenseits der Ostgrenze des tiefen Sandes.

13. April 1897. Früh waren wir, d. h. ein Mr. Bone und ich, unterwegs. Anfangs ging es noch über den rötlichen Sand und durch dichten Busch hin. Aber nach etwa 5 km macht derselbe einem rötlichen bis grauen harten tonigen Decksand Platz, der kleine Brocken und bis taubeneigroße Stücke von Sinterkalk und weißen Quarz enthält. Zweifellos bilden Grauwacken der Chausseschichten den Untergrund. Der Wald ist wieder hauptsächlich aus Motsiarnbäumen zusammengesetzt und enorm dicht. Der Streif tiefen Sandes hat also nur eine Breite von 9—10 km.

Nach $2^1/_2$ stündigem Marsch ging, 37.5 km von Tschutschuani entfernt, nach

*) Hierzu Blatt 4, Karte 5—8 und Blatt 21.

rechts hin ein Pfad ab, der uns nach einer weiteren Viertelstunde zu einer Wasserpfütze führte. Es war das erste Wasser, das wir antrafen. Der Platz bestand aus einer Lichtung von 50 : 100 m Durchmesser. Auf dem Boden derselben traten Grauwacken mit einem Kluftstreichen nach 60° (N.O. bis O.N.O.) zutage. Sie waren von grauem, tonig-sandigem Lehm teilweise bedeckt. Die Grauwacken sind außen rötlich, innen grau, feinkörnig bis dicht. Eisenglanzschüppchen sind deutlich erkennbar. Das Gestein gleicht vollständig den Grauwacken des Kwebegebiets. An dieser Pfütze hatten zwei meiner Prospektoren, Reckham und Curten, ihr Lager aufgeschlagen. Es war der einzige Wasserplatz, der bis jetzt in der Nähe der Monekanberge gefunden worden war. Das Wasser war nur 20 cm tief, schlammig und ungenießbar. Es bedurfte einer Klärung mit Alaun, um es trinkbar zu machen. In den letzten regenlosen Wochen war es stark zusammengeschrumpft und in wenigen Tagen mußte es ganz eingetrocknet sein. Von dieser Pfütze aus bezog auch das Lager der Abteilung, die den Weg ausholzte, ihr Wasser.

Am Nachmittag gingen wir wieder zum Hauptweg zurück und folgten ihm. Bald öffnete sich der dichte Wald (39 km), nachdem wir kurz vorher einen ca. ½ m breiten Quarzgang passiert hatten, der den Weg mit 61° Streichen kreuzte. Vor uns lag eine mehrere Kilometer breite, mit Gras bedeckte Lichtung. Ihr Boden bestand aus hartem tonigen Decksand, der mit Kalk- und Quarzbrocken erfüllt war. Die Monekauberge lagen halblinks vor uns. Das Panorama auf Blatt 21 ist von einer Stelle nahe dem Waldrand gezeichnet worden. Nach Passieren eines schmalen Waldstreifs folgte eine zweite Grasfläche, an deren westlichem Ende (45 km) das Lager Mr. Hamiltons lag, der mit einigen Schwarzen den Weg nach den Mabäle a pudi-Bergen ausschlug. Der Weg war um weitere 2 km bereits fertig gestellt.

Unsere nächste Sorge war es nun, die Wasserfrage zu erledigen. Wenn wir nicht eine andere Pfanne fanden, war unsere Stellung hier unhaltbar.

14. April. Am frühen Morgen brachen wir drei Weiße auf, um nach Wasser zu suchen. Ich persönlich wandte mich mit zwei Leuten nach Westen und dann nach Süden und stieg den steilen Abhang des Berges d hinauf. Er bestand aus demselben Quarzporphyr wie die Kwebeberge und zwar aus den bekannten violetten und blauen Varietäten. Die Berge hier sind ebenso bewaldet wie jene. Auf ihrer Südseite zieht sich anfangs noch eine Porphyrfläche hin, dann beginnt eine wellige Ebene roten Sandes. Wohl wurden mehrere Sandpfannen passiert, aber alle waren wasserleer. Über einen langen niedrigen W.—O. streichenden Rücken aus lebhaft rot gefärbtem Sand kamen wir dann auf eine weite mit grauem Sand bedeckte Grasebene von länglich ovalem Umriß. Hätten nicht die zahlreichen Schollen mürben sandreichen Kalks darauf hingewiesen, daß wir uns auf einer Kalkfläche befanden, so hätte das niedrige Gestrüpp aus Vaalbüschen uns doch den Kalkuntergrund verraten.

In östlicher Richtung zogen wir über diese versandete Kalkfläche hin und machten an deren Ostende eine kurze Ruhepause. Nirgends war auch nur das geringste Anzeichen von Wasser zu finden. Dann ging's direkt nach Norden auf den Berg l zu und auf denselben hinauf. Zur Linken blieb ein kleiner Wasserriß liegen, der nur deshalb auffiel, weil man hier zu Lande so selten Gelegenheit hat, eine Äußerung spülenden Wassers zu beobachten.

Von dem Porphyrberge l hatte ich einen vorzüglichen Überblick über die Monekauberge selbst und in die weite Ferne. Im Westen lag die Kette der Mabäle a pudi, im fernen Süden, gerade noch über den Horizont blickend, die 'Audji, im Osten die Kwebe und im Norden als gelbe breite Fläche die Ebene des Okavangobeckens mit dem ausgetrockneten Boden des Ngami. So langweilig, häßlich und einförmig die mit Busch bedeckten Ebenen der Kalahari sind, ohne die Größe und Erhabenheit der vegetationslosen Wüsten — solche Fernsichten über die unendlichen Flächen sind stets grandios und wirken, wie der Blick über das unendliche Meer.

Über den Sockel der Monekaugruppe ging es dann am Abend zum Lager zurück, das wir bereits in der Dunkelheit erreichten.

Meine Gefährten waren nicht glücklicher gewesen. Auch sie hatten keine Spur von Wasser gefunden.

15. April. Heute gings auf den westlichsten, höchsten Berg der Hauptgruppe, der aus Quarzporphyr besteht. Am Nordfuß desselben streicht ein bis 1 m mächtiger Gang aus weißem, grobkrystallinem Quarz in der Richtung 60°. Von dem Gipfel eines Morulabaumes hatte ich einen guten Überblick und begann die Peilungen behufs Vermessung der Berggruppe.

16. April. Am Wege durch die Grasebene zwischen Lager und Leopardenvley vermaß ich eine mehrere Kilometer lange Basis mit Meßkette und bestimmte von dieser aus die Lage der Berge durch Peilungen.

17. April. Ausflug in die mittleren Teile der Berge. Vom Lager aus ging ich durch sehr dichten Wald direkt auf den steilen Kegel des Berges h zu und auf diesen hinauf. Am Fuß desselben liegt ein Gang aus weißem grobkrystallinem Quarz, der 7—8 m mächtig ist, nach 60° streicht und in mächtigen Quadern aufragt. Der Abhang des Kegels ist mit gewaltigen Blöcken bedeckt, und der Aufstieg war beschwerlich. Am Fuß des Hügels i vorbei ging ich nach dem Plateau k, das ebenfalls aus violettem Porphyr besteht.

Auf dem Rückweg nach Westen passierte ich an einem niedrigen Felsrand drei Gruben von 3—4 m Durchmesser und 1½—2 m Tiefe. Sie waren halb verschüttet, aber unzweifelhaft alte Brunnenlöcher und lagen auf einer nach 60° streichenden Spalte. Der Berg e-f hat eine fast N.—S. liegende Längsachse, die Spalten streichen dagegen nach 60°.

18. April. Auf dem Weg zur Leopardenvley machte ich einen Abstecher nach den östlichen Hügeln o und p. Die Hügel selbst sind, ebenso wie die Ebene an ihrem Fuß, dicht bewaldet. Auch sie bestehen aus Porphyr, der von zahlreichen Spalten durchsetzt wird. Das Streichen derselben wechselt schnell zwischen 40° und 60°. Von dem Hügel p überblickt man deutlich den sich nach Osten weit hinziehenden Sockel der Monekauberge, auf dem sich nach ein vereinzelter Hügel im Osten erhebt. Dieser Hügel dürfte die Nquibaberge repräsentieren, die *Baines* auf seiner Karte angibt, während er den westlichen Teil der Gruppe Lubalo nennt. Beide Namen habe ich nie gehört, sie mögen Gemarkungsnamen innerhalb der Berggruppe sein.

An der Leopardenvley hatte das Wasser so stark abgenommen, daß wir gezwungen wurden, am folgenden Tage unser Lager abzubrechen und in langem Nachtmarsch nach Kwebe zurückzukehren.

Überblick.

Die Monekauberge liegen unter 20° 50′ südlicher Breite und 22° 50′ östlicher Länge zwischen den Kwebe- und Mabäle a pudi-Bergen. Sie stellen eine 19 km lange und 5—7.5 km breite Erhöhung vor. Und zwar bestehen sie aus einem ca. 20—30 m hohen Sockel, dem einzelne Berge und Ketten aufgesetzt sind. Die höchsten Erhebungen liegen im Westen und erreichen ca. 150 m Höhe über der Ebene im Norden (c, d, e).

Die Hügel in der Mitte (g—k) überragen den Sockel um 20—40 m, der Berg l um ca. 60 m. Die Hügel n—p sind nur ca. 20 m hohe Aufwölbungen des Sockelrandes. Auch der Hügel g dürfte höchstens 20 m hoch sein. Im allgemeinen nehmen also die Höhen von Westen nach Osten hin an Höhe ab. Die Meereshöhe ist nicht genau bekannt. Da aber die Ebene im Norden der Berge ungefähr die mittlere Meereshöhe zwischen der Ebene nördlich der Kwebe- (950 m) und Mabäle a pudi-Berge (1110 m) haben dürfte, so ist sie ungefähr 1030 m hoch. Der Sockel hat demnach eine Höhe von 1050—1060 m. Die höchsten Berge (c—e) sind also 1180 m, l etwa 1130 m hoch. Die Ebene

im Süden ist tiefer gelegen als die im Norden, und zwar vielleicht um 20 m, würde also rund 1000 m Meereshöhe besitzen.

Die geologischen Verhältnisse ähneln denen der Kwebeberge, nur ist die Monekaugruppe weit einfacher gebaut.

Die Ebene im Norden besteht aus steil aufgerichteten Grauwacken der Chanseschichten mit regelmäßigem Kluftstreichen nach der Richtung 60°, die wohl auch dem Schichtenstreichen entspricht. Darauf weist die Regelmäßigkeit der Klüfte und der Umstand hin, daß auch der Quarzgang am Wege südlich der Leopardenvley dieselbe Richtung hat.

Die tischgleiche Oberfläche der Ebene ist mit einem grauen bis rötlichen tonigen Decksand bedeckt, der zahlreiche Kalk-, Quarz- und Grauwackenbrocken enthält. Derselbe ist ganz unzweifelhaft hauptsächlich ein Verwitterungsprodukt aus den Grauwacken, vermischt mit äolischem Staub und Sand. Die Mächtigkeit des Decksandes dürfte nirgends erheblich sein und wohl selten mehr als 1 m betragen. Da sich auf dem bindigen Boden während der Regenzeit in flachen Senkungen leicht Wasser ansammelt und der feuchte Boden Staub und Asche festhält, so fehlt es an solchen Stellen nicht an grauem tonigem Boden.

Die Berggruppe besteht lediglich aus violetten und schwarzblauen Quarzporphyren, welche denen der Kwebeberge vollständig gleichen. Die violetten Varietäten bilden vornehmlich den Sockel und die niedrigen Hügel, die schwarzblauen dagegen den Kern der hohen Berge. Gebänderte Varietäten des Porphyrs wurden ebensowenig, wie dynamometamorphe Gesteine oder gar Gesteine der Chanseschichten innerhalb der Berggruppe gefunden. Es ist wahrscheinlich, daß der östliche, nicht untersuchte Teil des Sockels dieselbe Zusammensetzung hat, wie der westliche. Seine Ausdehnung nach Osten konnte durch die Verbreitung des gelbbraunen Waldes festgestellt werden, der sich von dem dunkelgrünen Wald der nördlichen Ebene und dem niedrigen grauen Kalaharibusch des südlichen Sandfeldes deutlich abhob.

Mit der auf diese Weise festgestellten Ausdehnung des Sockels nach Osten stimmt die westliche Grenze der Sandzone zwischen den Monekau- und Kwebebergen gut überein.

Parallel dem Hauptstreichen der westlichen Berggruppe (60—65°) verlaufen die Hauptklüftung der Porphyre, sowie die z. T. mächtigen Quarzgänge, die aus grobkrystallinem weißen Quarz bestehen und Eisenglanztafeln enthalten. Daneben findet man eine zweite Richtung nach 40°, die besonders auf den Bergen o und p beobachtet wurde. Auch zwischen 40° und 65° gelegene Spalten kommen vor.

Die steilen Gehänge der Porphyrberge sind ebenso wie in den Kwebebergen mit gewaltigen Blöcken bedeckt, während auf den sanften Böschungen Porphyrgrus und Lehm lagern. Die ebene Oberfläche des Sockels ist mit bald mehr feinem, bald mehr grobem Porphyrschutt und Lehm bedeckt, aber das Gestein des Untergrundes tritt in großen Blöcken und Klippen überall reichlich zutage.

Nach Süden hin taucht der Porphyrsockel unter den Kalaharisand. Ohne steilen Abfall, vielmehr mit sanfter Böschung erfolgt der Übergang. Der Sand ist anfangs mit feinkörnigem Porphyrdetritus gemengt, wird nach Süden hin jedoch rötlicher reiner feiner Quarzsand mit viel staubigen Partikeln. Nur in den obersten Schichten ist er von humosen Substanzen graurot gefärbt. Flache, schüsselförmige Pfannen mit grauem Boden sind nicht selten. Bevor man die Kalkfläche erreicht, überschreitet man einen schmalen Rücken roten Sandes. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß dieser Wall ein von Kalaharisand bedeckter Gesteinsrücken ist.

Die Kalkfläche selbst hat länglich ovale Form und einen Durchmesser von ungefähr 6 : 3 km. Der rote Kalaharisand umgibt sie mit deutlichem Rande.

Ihr Boden ist grauer Sand, der massenhaft Knollen eines mürben sandreichen Kalks enthält. Auch größere Kalkschollen kommen vor. In flachen Senkungen liegt grauer, toniger, humoser Boden und diese Stellen zeigen stets an, daß hier während der Regenzeit Wasser gestanden hat. Sowohl der Form, als dem Charakter des Kalkes nach zu urteilen, handelt es sich um eine Kalkfläche, ganz ähnlich den beiden in den Kwebebergen beschriebenen Niederungen. Nur ist diese hier mit grauem Sand bedeckt, der freilich nicht mächtig genug ist, um den Kalkuntergrund ganz zu verbergen.

Die Wasserverhältnisse.

Die Monekauberge haben keinen Brunnen, der jahraus jahrein Wasser führte. Die drei beschriebenen Brunnenlöcher waren gänzlich trocken, aber es ist mir nicht bekannt seit wie lange. Während der Regenzeit hält sich das Wasser längere Zeit in den flachen Senkungen mit grauem tonigem Boden auf der Nordseite der Berge, und auch die kleinen Vleys auf der Südseite führen zeitweilig Wasser. Anscheinend befinden sich namentlich im östlichen Teil der Berge und an deren Südende einige größere Vleys; denn in jener Gegend hat ein Batanana, namens Nakédi, während der Regenzeit einen Viehposten.

Auf der Südseite der Berge findet sich ein mehrere Meter breiter Wasserriß, der nach der Kalkfläche hinläuft und nach heftigen Regengüssen wohl auch Wasser führt. In einiger Entfernung von den Bergen verbreitet er sich zu einer flachen Niederung, in der das Gras auffallend grün war.

Das Gebiet zwischen den Kwebe- und Monekaubergen.

Die Ebene zwischen beiden Berggruppen besteht anscheinend aus Chansegrauwacken. Wenigstens deuten die Verwitterungsprodukte darauf hin. Es schiebt sich aber von Süden her über die Gesteinsfläche eine Zunge von Kalaharisand nach Norden hin, die an der Stelle, wo der Weg sie kreuzt, 9—10 km breit ist. Nach Süden nimmt sie an Breite zweifellos zu, da sie im Osten nach dem südwestlichsten Ende der Kwebe, und im Westen wahrscheinlich nach dem östlichsten Ende der Monekauberge hinläuft. Nach Norden hin dürfte sie sich dagegen verschmälern, und es ist nicht gewiß, ob sie das südlich des Ngami gelegene Sandfeld erreicht. An den Rändern hat der Sandabhang eine Mächtigkeit von ca. 2—3 m, also dürfte der Sand wohl nirgends mehr als einige Meter Tiefe erreichen. Daß eine solche Verteilung des Sandes für eine Ausbreitung durch südöstliche und östliche Winde spricht, dürfte einleuchten.

II. Die Mabäle a pudi-Berge.

Westlich der Monekauberge folgt eine dritte Bergkette, die im Ngamiland von den Weißen gewöhnlich kurz „Koppjes", daneben aber auch Mabäle a pudi genannt wird. Dieser Name bezieht sich ursprünglich auf die beiden kleinen runden Hügel n, die von den Eingeborenen mit Ziegeneutern (= Mabäle a pudi) verglichen werden. Dieser Name sei auch hier angewendet.

Die Mabäle a pudi-Berge wurden zum ersten Male im Mai 1897 besucht, die westlichsten Ausläufer im September 1898, und im Oktober 1897 zog ich von Kwebe und den Monekau her an der Nordseite der Berge entlang und auf dem bekannten Wagenweg nach dem Chansefeld. Mit letzterer Tour will ich beginnen.

16. Oktober 1897. Um 5 Uhr nachmittags verließ ich das Hauptquartier der Expedition in Kwebe mit einem leichten Wagen und 6 Maultieren, die nicht in bester Verfassung waren. Vor uns lag eine wasserlose Strecke von ca. 64 miles (102.5 km), die wir bis zur Pfanne Kuke zurückzulegen hatten. Bis gegen Mitternacht machten wir zwei Treks (16.5 miles), lagerten also mitten im Sand.

17. Oktober. Ein Morgentrek brachte uns 4 miles weiter (20.5 miles). Gegen Abend brachen wir auf und erreichten auf der ersten Grasfläche den von Kwebe aus vorausgeschickten und dort stationierten Wasserwagen. Hier bekam jedes Maultier einen halben Eimer Wasser. Inzwischen hatte sich der Himmel bezogen, und es brach plötzlich gegen 10 Uhr ein Gewittersturm los, der mit heftigem Regen eine Stunde anhielt. Um den Tieren Zeit zu geben, sich an dem nassen Gras satt zu fressen, blieben wir hier bis zum nächsten Morgen liegen.

18. Oktober. Außer zwei Maultieren waren alle andern gewandert, und erst um 12 Uhr mittags kehrten die Treiber mit den Ausreißern zurück. Nach einem Trek von 4 miles Rast. Um 6 h ging es weiter. Nach einer Stunde passierten wir einen kleinen Wassertümpel, vom letzten Regen herrührend. Natürlich wurde sofort ausgespannt, damit die Maultiere trinken konnten. Abends weiter. Kaum hatten wir den westlichsten Hügel der Monckauberge hinter uns gelassen, so begann tiefer Sand mit Mochonobusch. Derselbe ermüdete die Tiere sehr schnell. Daher kamen wir in zwei Treks nur 6 miles vorwärts. (38 miles von Tschutschuani.)

19. Oktober. Mit Sonnenaufgang ging's weiter, vor uns die malerischen Kuppen der Mabäle a pudi, rings um uns kahler häßlicher Mochononobusch mit tiefem rötlichem Sand. Nach einer Meile (39) bleibt einige hundert Meter rechts vom Weg eine rundliche Kalkfläche liegen. Sie ist mit grauem Sand bedeckt, jedoch sind auch weiße Kalkmassen sichtbar. Vaalbüsche und Leboana bilden ein niedriges Gestrüpp auf ihrem Boden. Ihr Durchmesser beträgt 300—400 m. Sobald der erste Kopf der Mabäle a pudi direkt links von uns lag, hörte der rote tiefe Sand auf (42 miles), und es begann harter rötlicher bis grauer lehmiger Sandboden mit Brocken von Quarz, Kalk und Grauwacke, typischer Verwitterungsboden der Chanseschichten mit Sand gemischt. Auf dem harten Wege ging es schnell vorwärts. Halt bei mile 44³/₄. Am Nachmittag zogen wir weiter. Grauwacken traten auf dem Boden in Schollen häufiger auf, einmal passierten wir auch einen Diabasgang (Totingdiabas mit Epidot) mit 60° Streichen. Wir erreichten den Weg, der von Bolibing herkommt, und überschritten auf einem breiten Paß die Bergkette. Halt an der trockenen Vley ²Kuritsa.

Von hier aus ging es in mehreren kurzen Treks nachts weiter nach Kuke, wo wir erst am Abend des 20. Oktober eintrafen. Da ich aber diese Strecke im Mai 1897 besser kennen zu lernen Gelegenheit gehabt habe, so will ich zu der Schilderung letzterer Tour übergehen.

3. Mai 1897. Nach beschwerlicher Reise hatten wir das wasserlose Gebiet zwischen Bolibing und den Mabäle a pudi-Bergen zurückgelegt. Am frühen Morgen erreichten wir den Fuß der Berge und zogen an demselben nach Westen hin. Der Boden besteht aus typischem Verwitterungsboden der Chanseschichten, wird aber kurz vor dem Erreichen des Passes sehr sandig. Zwischen den beiden Bergen d und e, die aus dunkelblauem bis violettem Quarzporphyr bestehen, ist der Boden tiefer roter Sand und ebenso auf dem ganzen Abhang, der zu der Vley in der Gemarkung ²Kuritsa hinabführt.

Dort erst wird der Boden hart, grau und tonig. Die Vley ist eine flache Sandpfanne von ca. 50 m Durchmesser und war ganz trocken. Der Weg biegt nach Westen ab und führt teils über festen grauen oder lockern rötlichen Sand. 40 Minuten hinter obiger Sandpfanne erreichten wir eine Vley, die reichlich Wasser enthielt — die erwähnte Perlhuhnvley. Sofort machten wir Halt, um einige Tage zu rasten und Exkursionen in die Berge zu machen.

Die Pfanne hat einen Durchmesser von ca. 50 m, ist rund und mit dichtem Busch umgeben. Hakdorn (Mangana) und Wachenbitjen (Mochalu) sind die hauptsächlichsten Bäume des Pfannenrandes. Im Innern besteht der Boden aus grauem Sand, der ganz kahl ist. Das Wasser hatte damals einen Durchmesser von 15—20 m, war ½ m tief und etwas schlammig. Eine feuchte



Die Mabäle a pudi-Berge, von den Monekaubergen aus gesehen
(Nach einer Tuschzeichnung des Verfassers.)

Zone schwärzlichen Schlammbodens am Wasserrand deutete auf starkes Auftrocknen des Wassers hin. Die Gesamttiefe der Pfanne, d. h. die Differenz zwischen dem Pfannenrand und der tiefsten Stelle, beträgt ca. 2 m. Es ist eine typische Sandpfanne. Wir werden solche Vleys später noch genauer kennen lernen.

Die Pfanne liegt in einer O.N.O.—W.S.W. streichenden Mulde. Im Norden wird dieselbe von dem westlichsten Ausläufer der Mabäle a pudi-Kette begrenzt. Im Süden erhebt sich ein flacher Rücken, auf dem vereinzelte felsige Höhen (e, p) emporragen. Das ganze Gebiet ist mit einem lichten bis dichten Buschwald bedeckt.

Bald nach der Ankunft an der Pfanne stieg ich auf den etwas südlich des Lagers gelegenen Hügel p. Die Gehänge bestehen aus rötlichem Sand mit Porphyrbrocken, die felsige Höhe dagegen aus violettem Quarzporphyr. Derselbe bildet einen schmalen Rücken, der nach der Richtung 60° sowohl streicht als zerklüftet ist. Der felsige Teil ist ca. 15 m hoch, desgleichen das sanft abfallende Sandgehänge, und von dichtem Buschwald bedeckt. Nach Norden und Nordwesten hin blickt man über die Kette der Mabäle a pudi, während sich im Süden eine endlose mit Kalaharibusch bedeckte Sandebene ausdehnt. Das nach Süden abfallende Gehänge ist rötlicher tiefer Sand.

Am Nachmittag durchstreifte ich die Gegend nördlich des Lagers auf der Jagd nach Perlhühnern, die hier zahlreich waren. Die sanften Gehänge bestehen durchweg aus rotem Sand mit Porphyrbrocken. Hier und dort ragen auch Felsen auf. Zwei Hügel, h und c, die ich bestieg, bestanden aus blaugrauem Quarzporphyr. Erreicht man die Ebene im Norden der Hügel, so hört der Sand schnell auf und macht einem harten roten bis grauen, mit Quarz-, Porphyr-, Kalk- und später Grauwackenstücken erfüllten sandigen Boden Platz, also typischem Verwitterungsboden der Chanseschichten.

4. Mai. Heute unternahm ich mit dem Kartographen der Expedition, Mr. Clarke, einen Ausflug in die Berggruppe, behufs topographischer und geologischer Erforschung. Zunächst ging es nach der Pfanne ²Kuritsa zurück, dann auf einem Fußweg nach Osten hin. Nach Passieren einer zweiten kleinen Sandpfanne stiegen wir auf einen im Süden gelegenen Porphyrrücken g. Derselbe liegt ca. 40 m über dem Talboden und hat genau dieselbe Beschaffenheit, wie der Berg p im Süden unseres Lagers. Von einem mächtigen Porphyrblock aus wurden die wichtigsten Höhen gepeilt. Dann gings zum Fußweg zurück und auf ihm nach Osten entlang. Mehrere alte trockene Brunnenlöcher fanden sich an einem flachen Porphyrabhang. Sie hatten ca. 3 m Durchmesser und $\frac{1}{2}$—1 m Tiefe, waren halb verschüttet, und dürften schon seit vielen Jahrzehnten versiegt sein. Schließlich verließen wir den Fußpfad und stiegen über ein sanftes Gehänge aus rotem Sand mit Porphyrbrocken auf den Gipfel des vorletzten Berges l hinauf. Seine Höhe beträgt ca. 80 m, seine Gehänge bestehen aus gewaltigen Blöcken schwarzblauen Quarzporphyrs. Von hier wurden neue Peilungen vorgenommen und dann der Rückweg angetreten. Es ging über das mit dichtem bis lichtem Buschwald bedeckte, nach Süden hin abfallende Gehänge in der Nähe der Berge k und i vorbei zum Fußpfad. Die Gehänge sind durchweg Sand mit feinem Porphyrgrus und vereinzelten Porphyrklippen. Nach Sonnenuntergang trafen wir im Lager ein.

5. Mai. Wir machten heute einen Ausflug auf den höchsten Gipfel der Mabäle a pudi-Gruppe, den ²Kamcha ²chai. Der Aufstieg erfolgte von Süden aus. Zuerst ging es von dem bekannten Fußpfad aus auf einen Vorberg h¹ und dann über Porphyrblöcke zum Gipfel hinauf. Die Kletterei war mühsam infolge der Felsblöcke und des dichten Waldes. Leider blieb der Junge, der das Barometer und Siedethermometer trug, zurück und verlor den Weg. Daher konnte ich keine Höhenmessung vornehmen. Die relative Höhe des Berges dürfte aber

200—250 m betragen. Auf dem Rückweg stiegen wir nach Norden hin ab und kehrten über die Grauwackenebene nach dem Bolibingwege zurück. Der Zweck dieses Ausfluges war, die Stelle festzulegen, wo der nach den Monekanbergen anzulegende Weg ausgehen sollte. Da es nämlich nicht möglich war, das Schlagen des Weges von den Monekanbergen her fortzusetzen, schickte General Lugard einen Angestellten der Kompagnie, Mr. Bone, nach den Mabäle a pudi-Bergen, um von hier aus den Weg in Angriff zu nehmen. Anfangs bezog die Abteilung ihr Wasser aus der Perlhuhnvley, nach deren Austrocknen aber aus der Kalkpfanne Tscho-in. Unter großen Schwierigkeiten wurde das Werk bis Ende Juni beendet. Das Wasser wurde mit einer Wasserkarre zugeführt und mußte zuletzt aus einer Entfernung von 33 miles (53 km!) geholt werden.

6. Mai. Gegen 8 Uhr morgens brachen wir auf. Anfangs ging es in dem Längstal entlang. Der Boden ist grauer und rötlicher Sand, der Busch licht und niedrig. Nach 5 km passierten wir eine große trockene Sandpfanne, die mit dichtem Manganagestrüpp umgeben ist. Dann kommt direkt südlich der beiden Hügel n, der eigentlichen „Mabäle a pudi", roter tiefer Sand ohne irgend welche Beimengungen von Porphyrbrocken. Der reine Kalaharisand hat begonnen. 6,5 km hinter der Perlhuhnvley teilt sich der Weg. Der eine führt in westlicher Richtung nach Kuke, der andere nach Tscho-in.

Am 10. September 1898*) machte ich von einem Standlager am Wege zwischen Kuke und den Mabäle a pudi aus einen Ausflug nach dem westlichsten der Hügel —'a. Derselbe besteht, wie alle anderen, aus violettem Quarzporphyr und ist dicht bewaldet. Seine Längsachse streicht ebenso wie die Klüfte nach 60°.

Auf der Südseite schiebt sich der rote Sand am Abhang hinauf, auf der Nordseite dagegen beginnt eine Ebene mit rötlichem Sand, voller Brocken von Quarz, Grauwacken, Glimmersandstein und jungem Kalk. Grauwacken standen wiederholt an, einmal sogar Quarzporphyr einige Kilometer nördlich der Berge. Die Ebene ist so dicht mit Motsiara- und Manganagebüsch bestanden, daß ein Versuch, einen im Norden gelegenen Hügel zu erreichen, gänzlich mißlang und ich mit zerfetzten Kleidern umkehren mußte.

Überblick.

Die Mabäle a pudi sind ein ca. 22.5 km langer und 3—4 km breiter Bergzug, der im wesentlichen aus zwei Ketten besteht. Die nördliche Kette ist sowohl die längste als auch die höchste. Sie wird von 12 einzelnen Kuppen gebildet, die auf gemeinsamem Sockel stehen. 7 dieser Hügel sind zwischen 80—300 m hoch, 5 dagegen nur kleine, 15—30 m hohe Köpfe. Der höchste ist der ²Kamcha²chai (ca. 200—250 m über der nördlichen Ebene), dann der ²Kuritsa (150—180 m) und drittens der ²Kni²noa (100—120 m). Die Höhe der andern liegt um 80 m herum.

Die südliche Kette ist 15 km lang und stellt einen niedrigen Rücken vor, der zweimal unterbrochen ist — im Westen am Weg nach Kuke und Tscho-in zwischen n und o und im Osten am Fußpfad zwischen s und t. Die Höhe beträgt im allgemeinen nicht mehr als 20 m. 7 Kuppen sind demselben aufgesetzt. Sie beginnen mit den beiden Mabäle a pudi (n) und enden mit dem Berge t. Ihre Höhe über deren Rücken beträgt nur 15—20 m.

Zwischen beiden Ketten liegt eine flache Senkung, die 1—2 km breit ist und deren Gehänge nach den Bergen hin flach ansteigen.

Die Meereshöhe der Perlhuhnvley beträgt ca. 1080 m. Demnach hat die Grauwackenebene eine Höhe von ca. 1100—1110 m, der Berg ²Kamcha²chai 1280 bis 1350 m, die Gipfel des südlichen Rückens eine solche von ca. 1100 m. Das Sandfeld im Süden dürfte aber sehr schnell auf 1050—1060 m Meereshöhe herabgehen.

*) Die punktierte Route auf Karte 6, Blatt 4.

Der geologische Aufbau des Landes gleicht völlig dem der Moneckauberge. Die Ebene im Norden besteht aus Grauwacken, die in der Richtung 60° streichen. Diabas wurde einmal als schmaler Gang beobachtet, einmal auch Quarzporphyr, ohne daß dessen Lagerung und Ausdehnung festzustellen war.

Die Oberfläche der Grauwackenebene besteht aus rötlichem Decksand, der reichlich Brocken und Stücke von Grauwacken, Quarz und Sinterkalk enthält. Letzterer überzieht also wohl in der Tiefe unter dem Sand die Grauwacken. Zuweilen ist der Boden recht tonig und bindig. Deshalb sind auch flache Senkungen mit grauem, tonigem Boden häufig, wo während der Regenzeit Pfützen stehen.

Die Berge bestehen ausschließlich aus violettem und blaugrauem Quarzporphyr, der dem der Kwebeberge völlig gleicht, und so ähnelt denn auch ihr äußerer Habitus ganz dem der beiden anderen Berggruppen.

Im Süden besteht die Ebene aus Kalaharisand. Es ist nun von höchstem Interesse, die Grenzen des Sandes auf der Südseite der Berge zu beobachten. Derselbe schiebt sich nämlich an den Gehängen der Berge weit nach Norden hin hinauf. Die südliche Kette bedeckt er bis auf einige Köpfe ganz. Er erfüllt das Längstal und zieht sich an dem untersten Teil der Böschung der Nordkette hinauf. In dem Paß, den der Wagenweg benutzt, ist es ihm sogar gelungen, die nördliche Ebene zu erreichen und sich auf einige hundert Meter hin über dieselbe vorzuschieben. Innerhalb der Porphyrberge enthält er meist kleine Brocken von Porphyr, die seine Oberfläche bedecken. An keiner anderen der drei Berggruppen gewinnt man so sehr den Eindruck, daß der Sand von Süden und Osten her durch den Wind gegen die Berge gedrängt werde und diese z. T. bereits überwältigt habe, wie hier.

Die Vegetation gleicht völlig der der Kwebe- und Moneckauberge. In der Ebene auf dem Decksand dichter Buschwald, z. T. fast undurchdringliches Motsiaragestrüpp, dazwischen aber auch offene Grasflächen und lichter Buschwald. Die Berge sind dagegen alle sehr dicht bewaldet, nur besinne ich mich nicht, irgend welche Baobabs gesehen zu haben. Auf dem tiefen roten Sand der Südseite beginnt aber bald der triste Kalaharibusch mit Mochonono, Mohata und andern Sträuchern und Bäumen der Kalahariste ppe.

Das Land zwischen den Mabäle a pudi und den Moneckaubergen.

Als ich im Mai 1897 von dem Berge I nach Osten zu den bläulichen Kuppen der Moneckauberge hinüberblickte, stellte ich auf Grund der Verbreitung des niedrigen grauen Kalaharibusches, der als deutlicher Streif zwischen den Bergen nach Norden greift, die Diagnose, daß der tiefe Sand der Kalahari zwischen beiden Berggruppen von Süden her nach Norden vordringe. Die Reise im Oktober desselben Jahres hat diese Vermutung bestätigt. Die Sandzunge ist 15 bis 16 km breit und mit niedrigem Mochononobusch bestanden. Daß ein solches zungenförmiges Übergreifen nach Norden für eine Einwirkung des Windes spricht, braucht kaum betont zu werden. Ob diese Zunge die Sandzone südlich des Ngami erreicht, ist nicht bekannt, aber unwahrscheinlich, da in ihrer Verlängerung nach Norden ausgedehnte gelbe Grasflächen lagen, die erfahrungsgemäß auf Grauwackenboden hinweisen.

Kapitel VIII.

Die Schichten der Südseite des Ngami.*)

Obwohl es das Natürlichste wäre bei der weiteren Darstellung des Ngamirumpfes, das Sandfeld nördlich der Berggruppen zu betrachten, so dürfte es doch zweckmäßiger sein, dasselbe zunächst zu überspringen und zuerst die Südküste des Ngamisees zu untersuchen. Denn dort finden wir auf einer langen Linie einen Querschnitt durch das Land und lernen eingehend die wichtigsten Formationen kennen, während dieselben im Sandfeld nur ganz lückenhaft, in schlechten Aufschlüssen auftreten und daher, für sich allein betrachtet, unverständlich bleiben.

Das Kapitel über die Südseite des Ngami ist mit das schwierigste des ganzen Buches, aber auch eins der wichtigsten. Denn nirgends finden wir wieder so ausgedehnte Aufschlüsse, die einen Einblick in den Aufbau des Grundgebirges und der Deckschichten gewähren, wie gerade hier. Hier sind noch Formationen erhalten geblieben, die sonst zum großen Teil durch Abtragung entfernt worden sind. Daher liegt auch hier der Schlüssel für das Verständnis der Geschichte des ganzen Landes.

Die Aufnahmen erfolgten im August und September 1897, und zwar mit Kompaß und, in Ermangelung einer Uhr, durch Zählen der Schritte. Diese Methode war zwar recht mühsam, ergab aber bei dem ganz außerordentlich dichten Busch, der den Plateaurand meist bedeckt, genauere Resultate, als die Zeitablesung gegeben haben würde.

I. Die morphologischen Verhältnisse.

Das Okavangobecken endet im Süden mit einem deutlichen, west-östlich streichendem Rand. Da, wo derselbe nach Nordost umbiegt, liegt der Ngami. Während nun östlich und westlich dieses Sees der Abhang mit Sand total überschüttet ist und anstehendes Gestein fehlt, ist der Untergrund der Deckschichten gerade am Südufer des Ngami in größerer Ausdehnung entblößt und gut zu studieren.

Man hat folgende Elemente an der Küste zu unterscheiden, den Plateaurand, das Vorland und den Seeboden.

1) Der Plateaurand hat 10—20 m Höhe und ist teils steil und felsig und dann von zahlreichen Einschnitten durchfurcht, teils eine flach ansteigende Sandböschung.

---

*) Hierzu Blatt 4 und 12.

2) Das **Vorland** ist eine bis 3 km breite Ebene zwischen dem Plateaurand und dem Seeboden. An Vorsprüngen des ersteren schrumpft es stark zusammen, in Buchten gewinnt es an Breite. Aus dieser Ebene ragen einmal vielfach Riffe und Klippen anstehenden Gesteins hervor, sodann wird sie aber auch von alten Lagunen eingenommen, die heutzutage glatte Ebenen mit hartem Alluvialboden bilden und von einer Nehrung abgeschlossen werden. Meist mündet in diese ehemaligen Lagunen vom Plateaurand her ein Bachbett.

3) Der **Seeboden** ist eine weite Schilffläche, die stellenweise mit Buchten in die Strandzone hineingreift.

II. Die Gesteine.

A) Das Grundgebirge.

1) Die **Chanseschichten**. Sie bestehen wie im Süden aus alten Grauwacken und Sandsteinen, auch die Totingdiabase sind in großer Ausdehnung vorhanden.

2) Die **Ngamischichten**. Diese Formation ist neu. Sie besteht aus drei Stufen:

a) Untere Ngamischichten — Grauwacken, Sandsteine und Konglomerate.

b) Mittlere Ngamischichten — Kalksteine, Kalksandsteine, Kalkmergel, Sandsteine.

c) Obere Ngamischichten — Grauwacken, Sandsteine, Konglomerate.

Dazu kommen Diabase — **Ngamidinbase**.

B) Die Deckschichten.

1) Die **Botletleschichten**. Dieselben bestehen aus sehr eigentümlichen Sandsteinen mit kieseligem — Chalcedonsandsteine — oder kieselig-kalkigem oder rein kalkigem Zement, das im **Überschuß** vorhanden ist, d. h. das Zement ist größer als das Porenvolumen — Pfannensandsteine.

2) **Kalaharikalk**.

3) **Kalaharisand**.

C) Alluvium.

Weiße Sande und schwarze humose tonige Schlammablagerungen.

Die Erkenntnis der Gliederung und des Aufbaus stieß auf erhebliche Schwierigkeiten. Einmal war naturgemäß der dichte dornige Busch ein ganz wesentliches Hindernis für die freie Bewegung und das Verfolgen geologischer Horizonte. Sodann aber sind die Lagerungsverhältnisse teilweise sehr kompliziert. Die Erdrinde ist in zahllose Schollen zerbrochen, die gegeneinander verschoben worden sind. Dabei sind die Aufschlüsse oft sehr mangelhaft und unklar, und nirgends gab es ein durchgehendes Profil. Ferner fehlen den Gesteinen Leitfossilien vollständig. Namentlich innerhalb der Ngamischichten machte sich dieser Mangel sehr schwer fühlbar. Eigentlich gab es nur einen einzigen deutlichen Horizont, nämlich die Kalke der Mittleren Ngamischichten. Aber dieselben sind auch höchst unbeständig, weil sie auf kurze Entfernungen hin energische Fazieswechsel durchmachen und oft nach wenigen Schritten in Mergel, Mergelschiefer und Sandsteine übergehen. Immerhin ermöglichte dieser Horizont eine Gliederung der Ngamischichten. Ich lege Wert darauf, daß die am Ngamisee durch mühsame, detaillierte und von vielen Irrungen begleitete Aufnahmen gefundene Gliederung vor meiner Reise nach Gobabis erfolgte. Denn dort fand ich in einem zusammenhängenden Profil die gleiche Gliederung, die am See durch Kombination gefunden worden war.

Es gab nun aber noch einen Punkt, der mir während Aufnahmen an Ort und Stelle unklar blieb und ohne exakte petrographische Untersuchungen auch wohl kaum hätte erkannt werden können. Es fanden sich nämlich zwischen den Ngami- und Botletleschichten, obwohl dieselben dem Alter nach weit auseinander stehen mußten, und zwischen den einzelnen Stufen ersterer Übergänge aller Art, nämlich glasige kieselige Sandsteine und Grauwacken. Das älteste Gestein der Unteren Ngamischichten, das zu beobachten ist, und die jüngsten Glieder der Botletleschichten sind voneinander kaum zu unterscheiden, und Übergänge aller Art verbinden ferner die Oberen Ngami- und Botletleschichten. Beim Abschluß der Untersuchungen an der Südküste des Ngami schrieb ich damals in mein Tagebuch: „Die hiesigen Formationen gleichen einer Schlange, die den eigenen Schwanz verschluckt hat. Wo der Anfang? Wo das Ende?"

Die wünschenswerte Klarheit wurde erst durch die eingehenden Untersuchungen Professor *Kalkowskys* geschaffen, der auf Grund der mikroskopischen Befunde den Nachweis führte, daß in dem ganzen Gebiet der Kalahari eine energische Hydatometamorphose viele Gesteine befallen habe, und zwar infolge Durchtränkung mit kieselsauren Lösungen seit der Bildung der Botletleschichten. Diese Hydatometamorphose hat zwei verschiedene Formen angenommen, die der Einkieselung und Verkieselung. Beide sind prinzipiell voneinander verschieden.

Einkieselung ist der Prozeß der Verkittung eines porösen lockeren Gesteins oder Gesteinsschutts — Sand, Grus — mit Kieselsäure. Letztere erfüllt also lediglich die Hohlräume und hat das lockere Gestein verfestigt. Die mit Kieselsäure durchtränkten, anstehenden alten Gesteine, sowie solche, die aus Bruchstücken verschiedenartiger alter Gesteine nebst Quarzsand bestehen und durch Kieselsäure verkittet werden, hat *Kalkowsky* unter dem Namen „Übergangsgesteine" zusammengefaßt.

Verkieselung ist dagegen eine Pseudomorphosenbildung von Kieselsäure nach Kalkspat. In großartigem Umfange hat dieselbe den Calcit vieler Gesteine „aufgefressen", und dabei sind z. T. gute Rhomboederpseudomorphosen gebildet worden. Auch dieser Prozeß kann in „Übergangsgesteinen", wofern dieselben aus alten Kalksteinen bestehen, in großem Umfang stattgefunden haben.

Es ist notwendig, diese Hydatometamorphose mit den beiden durchaus neuen Begriffen der Verkieselung und Einkieselung zu kennen, um die Verhältnisse am Ngami verstehen zu können; im übrigen verweise ich auf die eingehenden Darstellungen Professor *Kalkowskys*. Sie erklären das Auftreten makroskopisch ganz ähnlicher Gesteine in fast allen Formationen.

Eine unwesentliche Rolle spielt am Ngami ein zweiter hydatometamorpher Prozeß innerhalb der Kalksteine, nämlich die Dolomitisierung. Auch sie ist lokal und sekundär eingetreten. Wir werden sie in den ǀKaiǀkaibergen in größerem Umfange antreffen.

Schließlich sei hier bereits erwähnt, daß die Ngamidiabase nicht selten Kontaktmetamorphosen verübt haben, die zwar die petrographischen Charaktere noch mannigfaltiger gestalten, aber doch auch die Gliederung der Schichten dem Alter nach unterstützt haben.

Aus obigen Bemerkungen geht klar hervor, daß die petrographischen Verhältnisse der hiesigen Formationen sehr komplizierte sind. Die Zusammensetzung ist ja schon an und für sich sehr mannigfaltig. Dazu kommen nun noch die eingreifenden sekundären Veränderungen, die die Gesteine bis zur völligen Unkenntlichkeit verwandelt haben.

Folgende Gesteinsarten finden sich in den verschiedenen Formationen.

Das Grundgebirge.

1) Die Chanseformation besteht aus grauen bis rötlichbraunen Grau-

wacken, mittelkörnig bis dicht, oft kalkreich, mit Eisenglanzlagen, die dann oft eine schöne Diagonalstruktur aufweisen, und Diabasmaterial, ganz wie an den Berggruppen des Südens, enthalten können. Aber gerade hier finden wir auch hellgrünliche, mürbe bis kieselige Grauwacken und Sandsteine, mittel- bis feinkörnig, mit im Schliff rein krystallinem Gefüge. Sie setzen besonders im Westen den größten Teil der Chanseschichten zusammen.

Untergeordnet kommen, wie im Kwebegebiet und anderswo, einmal schwarze krystalline Kalksteine als wenig mächtige Lager zwischen den Grauwacken und ferner graue und grünliche Schiefertone mit Muskovitschüppchen vor.

Kontaktmetamorphe Grauwacke findet sich einmal in der Ebene bei Litutwa, und zwar an einem Gang von Totingdiabas. Die Metamorphose äußert sich hauptsächlich in krystallinem Gefüge und Neubildung eines dichroitischen hellbräunlichen Glimmers und von Apatit.

Einkieselung wurde einmal beobachtet, und zwar ist eine dichte rote Grauwacke in ein dichtes dunkelrotbraunes geschichtetes und etwas marmoriertes, jaspis- oder hornsteinartiges Gestein umgewandelt worden. Im Schliff erkennt man in einem flaserigen apatit- und eisenglanzhaltigen Quarz-Glimmergemenge reichliche Adern von Chalcedon und Calcit. Das ganze Gestein ist wie durchtränkt von Chalcedon (G. L. Nr. 16). Verkieselt sind wahrscheinlich auch harte graue Schiefertone, die den gewöhnlichen Schiefertonen völlig gleichen, jedoch hart und kieselig sind.

Die Totingdiabase spielen eine große Rolle. Es sind ganz dieselben epidotisierten Diabase, die im Kwebegebiet vorkommen, grün bis bräunlichgrün, mittelkörnig. Z. T. sind sie in fast reine Massen von Epidot oder auch Epidot-Strahlsteingemenge umgewandelt worden. Augite, Plagioklase, Titaneisen sind stets stark zersetzt.

In den Totingdiabasen wurde bisher weder Ver- noch Einkieselung beobachtet.

Quarzporphyr wurde anstehend niemals gefunden, wohl aber in vereinzelten losen Stücken in der Bucht von Toting. (G. L. Nr. 35.) Außerdem enthalten gewisse Bänke der Oberen Ngamischichten so große und zahlreiche Porphyrgerölle, daß dieses Gestein in nicht allzugroßer Entfernung vorhanden sein dürfte.

2) Die Ngamischichten, denen wir hier zum ersten Mal begegnen, bestehen aus Konglomeraten, Sandsteinen und Grauwacken, Kalken, Dolomiten, Mergelkalk und Kalksandsteinen, und zwar lassen sich drei verschiedene Glieder unterscheiden, die Untere, Mittlere und Obere Ngamischichten genannt werden mögen. Die untere und obere Abteilung bestehen vorwiegend aus Sandsteinen und Grauwacken, die mittlere dagegen aus kalkigen Gesteinen.

A) Untere Ngamischichten. Das Liegendste derselben ist nirgends aufgeschlossen. Sie beginnen am Seerand mit hellgrauen bis grünlichen, fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen, auf die sehr grobkörnige quarz- und feldspatreiche Grauwacken folgen. Lokal enthalten diese bis faustgroße Rollstücke von Quarz, der anscheinend aus den Chanseschichten stammt.

Zwischen Bänken der Unteren Ngamischichten, aber wahrscheinlich nicht zu ihnen gehörend, sondern in losen Blöcken und Schollen erhalten, liegen bei Ssepótes Kraal Massen von blaugrauem kieseligem Schiefer, der, wie ich sicher glaube, verkieselter Kalkschiefer ist. Denn sie gleichen vollständig den leicht verkieselten Kalkschiefern von Gobabis, nur daß sie hier wahrscheinlich total verkieselt sind. Verkieselung hat in unmittelbarer Nachbarschaft dieses Gesteins sehr stark gewirkt, wie andere untersuchte Gesteine zeigen.

Ferner liegen auf hellgrauen Sandsteinen der Unteren Ngamischichten, wie Findlinge, Blöcke von schwarzbraunem eisenschüssigem Kalksandstein, der wohl als ein Rest der ehemals überlagernden Mittleren Ngamischichten aufzufassen ist.

Kieselige Metamorphose hat die Unteren Ngamischichten stark beeinflußt. So sind die grobkörnigen Grauwacken derartig mit Chalcedon durchtränkt, daß Professor *Kalkowsky* sie, dem Schliff nach, für ganz junge Botletlegesteine hielt. Gerade diese Vorkommen gaben den ersten Hinweis auf die gewaltigen Einkieselungsphänomene, die auch die alten Gesteine erlitten haben.

Typisch eingekieselte Gesteine sind ferner die glasigen grünen Sandsteine, die am Nordrand der Unteren Ngamischichten, ganz dicht an dem Seeufer liegen. Sie gleichen äußerlich völlig den jungen grünen Chalcedonsandsteinen der Botletleschichten, streichen aber parallel den Unteren Ngamischichten und sind anscheinend das liegendste Glied derselben, das aufgeschlossen ist. Auch sind sie dünn gebankt, während Botletleschichten nie so deutlich gebankt sind. Demnach dürften sie eingekieselte Sandsteine der Unteren Ngamischichten sein.

B) Die Mittleren Ngamischichten. Keine einzige Formation ist aus so verschiedenartigen Gesteinen zusammengesetzt, wie diese Gruppe. Überraschend schnell folgen sich Kalksteine, Mergel und Sandsteine aufeinander, und zwar in horizontaler Richtung. Es liegen also typische Faziesbildungen vor. Dieselben sind durch Übergänge aller Art miteinander verbunden. Folgende Gesteinstypen lassen sich unterscheiden:

a) Ursprüngliche Gesteine.

α) Kalksteine, meist dicht, seltener makroskopisch krystallin, von grünlicher, weißer, grauer, brauner, violetter, roter Farbe. Sie sind alle mehr oder weniger tonig, manche auch sandhaltig, mikroskopisch feinkrystallin, zuweilen mit grobkrystallinen Partien, die makroskopische Flecke bilden. An Magnesia sind sie meist arm, nur selten sind sie wirklich dolomitisch zu nennen.

β) Mergel. Durch Zunahme des Tons gehen die Kalksteine in Mergelkalk und Kalkmergel über. Der Übergang erfolgt oft so schnell, daß die Kalksteine wie Riffe in den Mergeln zu stecken scheinen. Die Mergelkalke und Kalkmergel sind grün, oder gelbbraun bis rotbraun, gebändert und geschichtet.

γ) Sandsteine. Indem der Kalkstein oder Mergel sandhaltig wird, entweder durch Auftreten von Sandkörnern, die gleichmäßig im Kalk verteilt sind, oder von Sandschnüren, und indem der Sand den Kalk verdrängt, entstehen Kalksandsteine und schließlich Sandsteine. Dieselben haben eine rote bis tiefbraune Farbe und sind z. T. so eisenreich, daß sie Eisensandstein genannt werden könnten. Sie sind fein- bis mittelkörnig. Ein besonderer Typus der Sandsteine sind

δ) die Rotsandsteine. Dieselben sind äußerst feinkörnig und bestehen aus feinen Quarzsplittern in Calcit-Grundmasse. Je nach ihrem Gehalt an Eisen sind sie dunkel rotbraun bis violett, oder rötlich grau, grau, ja sogar ganz weiß. Sie entstehen direkt aus Kalksteinen durch Verdrängen des Kalks durch Quarzsplitter.

b) Kontaktmetamorphe Gesteine.

Einige Gesteine der Mittleren Ngamischichten haben in Berührung mit Diabasen eine Kontaktmetamorphose erlitten.

α) Kontaktmetamorpher Granatkalkstein. Derselbe ist äußerlich von dem gewöhnlichen Kalkstein nicht zu unterscheiden. Im Schliff läßt sich die Metamorphose jedoch durch das Auftreten von Granat erkennen. Derselbe findet sich meist in einzelnen Krystallen nach ∞O, oder ganzen Krystallgruppen. Die Granaten lassen sich isolieren und bestehen aus SiO^2, Al^2O^3 und CaO.

β) Kontaktmetamorphe Rotsandsteine. Bei ihnen hat sich die Metamorphose in Ausbildung von Eisenglanzkörnern geäußert und bei starker

Kontaktmetamorphose auch in Ausbildung von Granaten. Äußerlich ist nur ein Härter- und Dunklerwerden zu beobachten.

c) Verkieselte Gesteine.

Die Mittleren Ngamischichten sind in großem Umfange und von verschiedener Intensität dem Verkieselungsprozeß anheimgefallen. Der Prozeß besteht darin, daß der Calcit aufgelöst und durch Kieselsäure ersetzt wird. Es handelt sich also um eine Pseudomorphose von Chalcedon nach Calcit. Die Kieselsäure ist je nach ihrem optischen Verhalten als Opal, Achat, Chalcedon, ja selbst Quarz ausgebildet. Die Wahl des Namens für eine bestimmte Kieselsäureart ist naturgemäß einiger Willkür unterworfen, da alle diese verschiedenen Modifikationen der Kieselsäure ohne Grenzen ineinander übergehen. Daher ist der zusammenfassende Name Chalcedon für die verschiedenen wasserhaltigen Kieselsäurearten wohl gerechtfertigt. Der Chalcedon ist bald feinkörnig, bald grobkörnig, bald in Bändern, Flecken, Adern und vor allem in Rhomboederpseudomorphosen entwickelt. Der Grad der Verkieselung ist ebenfalls ganz verschieden. Während sich in einem Gestein hier kaum einige Chalcedonskelette als erstes Anzeichen der Verkieselung finden, sind dort fingerdicke, zackige Lagen und Gänge von grauem, grünlichem oder bläulichem Chalcedon entwickelt, an andern Stellen wiederum ist das ganze Gestein total verkieselt, d. h. aller primärer Calcit durch sekundären Chalcedon ersetzt worden.

Die Verkieselung ist eben ganz unregelmäßig eingetreten und hat auf die verschiedenen Gesteinsarten verschieden stark gewirkt. Grobkörnige durchlässige Gesteine sind meist lokal verkieselt worden, sehr feinkörnige aber häufig in toto und äußerst intensiv.

Bei den verschiedenen Gesteinstypen äußert sich die Verkieselung in folgender Weise:

α) Die Kalksteine werden von Chalcedonadern und -gängen teils in Lagen, teils in Netzform durchzogen; oder die ganze Masse wird in harten „Hornstein“ umgewandelt.

β) Der Mergel wird in toto zu „Jaspis“ verwandelt, der bald noch Calcit enthält, bald selbst beim Kochen mit Salzsäure keine Spur von Kohlensäure entwickelt.

γ) Der Rotsandstein, ursprünglich ein sandiger Kalk bis kalkreicher Sandstein mit spiegelnden Flächen, wird in einen dichten, gefleckten, harten, splittrig brechenden Sandstein verwandelt, entweder ganz und gar, oder mit letzten Resten des ursprünglichen Kalkzements. Alle Übergänge von reinem Kalksandstein zu total verkieseltem Sandstein sind vorhanden.

Eine gewaltige makroskopische Veränderung erleidet der Granatkalkstein. Niemand würde hinter dem grauen bis rötlichen, leicht glasigen, homogenen oder gefleckten, z. T. oolithähnlich struierten, mit Chalcedondrusen durchsetzten, harten Kieselgestein einen Granatkalkstein vermuten. Nichts war überraschender als die Erkenntnis gerade dieser Gesteine.

d) Brecciöse Gesteine.

Wo die Mittleren Ngamischichten direkt von den Botletleschichten überlagert werden, stellt oft eine eigentümliche Breccie einen gewissen Übergang zwischen beiden Formationen her. Das liegende Gestein wird zu unterst von Spalten und Klüften durchzogen, die mit einem Kalk- oder Chalcedonsandstein der Botletleschichten erfüllt sind. Anfangs mag man noch im Zweifel sein, ob man es mit einer primären beginnenden Umwandlung des Gesteins, z. B. eines Kalksteins in Sandstein, zu tun hat. Allein bald entsteht eine Breccie aus großen und kleinen, eckigen und rundlichen Bruchstücken, in der die Bruchstücke anfangs

noch überwiegen, dann aber kleiner und spärlicher werden und schließlich verschwinden. Zwischen dem mit Botletlesandstein infiltrierten und oft verkieselten Liegenden und dem reinen Sandstein im Hangenden besteht also ein so allmählicher Übergang, daß man oft nicht weiß, ob man das Gestein noch den Ngami- oder den Botletleschichten zurechnen solle.

Solche brecciöse Gesteine findet man bei so ziemlich allen Typen der Mittleren Ngamischichten. Ganz besonders entwickelt sind sie über den grünen und roten Mergelkalken, deren Oberfläche ganz zerstückelt und in Grus zerfallen war, als die Periode der Botletleschichten begann. Sehr schöne Breccien bilden auch die Rotsandsteine, weniger die dichten kompakten Kalksteine. Die Gesamtmächtigkeit der Mittleren Ngamischichten ist bei Ssepotes Kraal mit einiger Sicherheit auf 30—50 m zu schätzen. Eine erheblich größere Mächtigkeit dürften diese Schichten nicht erreichen.

C) Die Oberen Ngamischichten. Grauwacken, Grauwackensandsteine und Sandsteine setzen die obere Abteilung zusammen. Petrographisch unterscheiden sie sich gut von den Sandsteinen und Grauwacken der unteren Stufe, sind also mit diesen nicht zu verwechseln. Ihr Altersverhältnis zu den Mittleren Ngamischichten ist dadurch mit absoluter Sicherheit festgelegt, daß Gerölle typischer Kalk- und Rotsandsteine der Mittleren Stufe in ihnen stellenweise auftreten. Sie sind also unzweifelhaft jünger als jene. Die Lagerung allein hätte nicht genügt, um klares Licht zu schaffen. Denn Mittlere und Obere Stufe sind derartig zerstückelt und gegeneinander verworfen, daß man an den Schollen nicht erkennen kann, welche Formation die andere überlagert.

Der Korngröße nach zerfallen die Grauwacken und Sandsteine in mehrere Gruppen, die freilich alle ineinander übergehen.

a) Unveränderte Gesteine.

α) Konglomeratische Grauwacken. In grauen, grünlichen und rötlichen Grauwacken etc. liegen bis über kopfgroße Gerölle von Quarzporphyr, Chansegrauwacke, Quarz, Kalkstein und Rotsandstein der Mittleren Ngamischichten. Die Gerölle sind gut abgerundet und treten nur lokal auf innerhalb

β) Grobkörniger und mittelkörniger Grauwacken von gleicher Farbe. Dieselben bestehen aus Quarz- und Feldspatkörnern, sind kieselig, mit ausgeheilten Quarzen und Quarzglimmerzement. Gesteinskörner und Bruchstücke sind häufig. Totingdiabas wurde zwar niemals als Roll- oder Bruchstück beobachtet, allein Körner von Epidot sind keine Seltenheit und rühren wohl von solchen Diabasen her. Die Grauwacken sind meist mürbe, z. T. porös und äußerlich gar nicht als kieselige Gesteine erkennbar.

γ) Einen besonderen Typus, der jedoch auch durch Übergänge mit obigen Gesteinen verbunden ist, bilden die dichten kieseligen Grauwacken. Es sind graue bis rötliche, sehr harte, splittrig brechende, feinkörnige Gesteine mit kieseligem altem Zement, ausgeheilten Quarzen und daher z. T. krystalliner Struktur.

b) Kontaktmetamorphe Gesteine.

Kontaktmetamorphose durch Ngamidiabas wurde nur zweimal beobachtet. (G. L. Nr. 150—151, 156.) Ein konglomeratischer Kalksandstein und ein grobkörniger Grauwackensandstein mit Bruchstücken roten Mergelkalks sind schwach metamorphosiert worden, allein die Zugehörigkeit dieser Gesteine zu den Oberen Ngamischichten ist recht zweifelhaft. (Siehe S. 165/166.)

c) Eingekieselte Gesteine.

Einkieselung hat in ebenso hohem Grade in den Oberen Ngamischichten stattgefunden, wie Verkieselung in den Mittleren. Letztere tritt hier dagegen

ganz zurück, sie beschränkt sich fast nur auf die Verkieselung von Bruchstücken der Ngamikalke.

Imprägnation mit Chalcedon zeigen sehr viele Gesteine, und zwar solche, die ganz unzweifelhaft alt sind und sich noch im Schichtenverband befinden. Sie müssen zu der Zeit, wo die Einkieselung begann, ein lockeres poröses Gefüge gehabt haben. Wie bei den eingekieselten Unteren Ngamigesteinen, hat Professor *Kalkowsky* auch bei diesen auf Grund des mikroskopischen Befundes auf junges Alter — Botletleschichten — geschlossen. Einkieselung in altes aufgelockertes Gestein erklärte jedoch alle Erscheinungen in befriedigender Weise.

d) Brecciöse Gesteine.

Brecciöse Gesteine, die aus Bruchstücken des älteren Gesteins in jungem Chalcedonsandstein bestehen, sind nur an einer Stelle beobachtet worden, dort allerdings in prachtvollster Weise. Am Kap Reŋ̈aka bildet eine Breccie aus eckigen, weit über kopfgroßen bis ganz kleinen Stücken alter feinkörniger kieseliger Grauwacken der Oberen Ngamischichten in glasigem Chalcedonsandstein das Liegendste der Botletleschichten. Dort ist ganz unzweifelhaft ein grober Grauwackenschutt durch Chalcedonsandstein verkittet worden.

Stellenweise ist auch Schutt älterer Gesteine auf sekundärer Grundlage eingekieselt worden. Dazu gehören gewisse Gesteine innerhalb der Oberen Grauwacken, die neben Quarz und Feldspatkörnern auch eckigen Grus aus Ngamikalken enthalten. Sie liegen jetzt zwischen den Gesteinen der Oberen und Mittleren Stufe, doch läßt es sich oft kaum noch entscheiden, ob sie eingekieselter Schutt auf primärer oder sekundärer Lagerung sind. Namentlich die an Chalcedondrusen reichen Gesteine gehören hierher.

3) Die Ngamidiabase und -Aphanite.

Nach Ablagerung der Ngamischichten traten tektonische Bewegungen ein mit Durchbruch feinkörniger Diabase. Dieselben bilden schmale Gänge zwischen den Schollen der Ngamischichten und haben diese z. T. metamorphosiert. Diese Diabase gehören alle einem einheitlichen Typus an. Es sind mittel- bis feinkörnige dunkle graugrünliche bis schwarzbraune, basaltähnliche Gesteine, die z. T. reich an Calcitmandeln von Linsengröße sind. Teils sind sie frisch, teils stark zersetzt. Glasbasis ist oft vorhanden, z. T. mit schöner Entglasungsstruktur. Olivin kommt vor, aber niemals reichlich. Augite und Plagioklase sind oft sehr frisch, in anderen Fällen aber durch Zersetzung kaum oder gar nicht mehr erkennbar. In einem Fall bilden Eisenerze Lagen und Knoten, die herauswittern.

Hydatometamorphose wurde in den Ngamidiabasen einmal nachgewiesen. Im Felde hielt ich das Gestein, das mit normalem Diabas zusammen auftrat, für eine kontaktmetamorphe Chansegrauwacke. Es ist nämlich sehr dicht, graubraun und grünlich, manchen epidothaltigen Chansegrauwacken ähnlich und liegt zwischen Diabas und Chanseschichten. Im Schliff ist es jedoch als ein stark verkieselter Aphanit erkennbar mit schönen Pseudomorphosen von Chalcedon nach Calcitrhomboedern.

Es mögen derartige verkieselte Aphanite vielfach vorkommen, aber der Beobachtung entgangen sein.

B) Die Deckschichten.

Auf dem Grundgebirge liegen die aus zwei Hauptgliedern bestehenden Deckschichten, die Botletleschichten, Kalaharikalk und -sand, sowie das junge Alluvium.

1) Die Botletleschichten.

Dieselben bestehen aus Sandsteinen, die meist durch ein kieseliges oder kalkiges Zement verkittet sind, und zwar ist es ganz charakteristisch, daß das Zement im Überschuß vorhanden ist. Die Sandkörner stecken daher gleichsam porphyrisch in der Grundmasse. Je nachdem das Zement reine Kieselsäure oder Kalk und Kieselsäure oder rein kalkig ist, sind die Sandsteine glasglänzend, halbglasig oder matt. Die halbglasige Beschaffenheit wird aber auch durch das Vorhandensein spärlichen, kieseligen Zements hervorgerufen. Diese Sandsteine sind ganz außerordentlich hart und zäh. Die Gesteine sind zum großen Teil eingekieselt, und zwar die ältesten stets; nach oben hin folgen die Sandsteine mit kalkigem Zement, das jedoch teilweise oder ganz verkieselt sein kann. Die Sandsteine mit Kieselsäurezement sollen kurz Chalcedonsandsteine genannt werden, die mit vorwiegend kalkigem dagegen Pfannensandsteine, weil sie in vielen Kalkpfannen der Kalahari als ein wichtiges Glied auftreten.

Im Liegenden bilden die Sandsteine, wie bereits erwähnt, eine Breccie mit dem Grundgestein. Diese brecciösen Gesteine sowohl, wie die mit Chalcedon durchtränkten älteren Schichtenköpfe sind von Professor *Kalkowsky* als „Übergangsgesteine“ zusammengefaßt worden.

Prinzipiell von diesen Gesteinen verschieden sind andere brecciöse Gesteine. Dieselben bestehen nämlich aus Chalcedon oder Chalcedonsandstein in einem Botletlesandstein, also Botletleschichten brecciös in Botletleschichten. Das heißt also, ein Botletlegestein — Chalcedon oder Chalcedonsandstein — ist nach seiner Bildung zerstückelt und von neuem durch Botletlesandstein verkittet worden. Es ist oft durchaus nicht leicht, diese Breccien von lediglich gefleckten Gesteinen zu unterscheiden. Durch Verschiedenartigkeit der Eisen- oder Kieselsäuremenge sind die Sandsteine nämlich oftmals gefleckt und scheinbar brecciös.

Folgende Gesteinstypen lassen sich in den Botletleschichten unterscheiden:

a) Ursprüngliche Gesteine.

Mürbe Sandsteine, weiß, grau, braun, rot, mit spärlichem Zement, aber oft kieselig, mit ausheilenden Quarzkörnern.

b) Eingekieselte Gesteine.

α) Halbglasige Chalcedonsandsteine, von verschiedener Farbe, z. T. gelb, braun und rot gefleckt. Ausheilung der Quarze meist zu beobachten. Chalcedonzement spärlich, aber doch meist größer als das Interstitialvolumen.

β) Glasige Chalcedonsandsteine, mit grauen, weißen, roten, braunen, violetten Farben, gefleckt oder einfarbig, glasig glänzend, mit überreichlichem Chalcedonzement. Starke Ausheilung und z. T. Verwachsung der Quarzkörner.

γ) Krystallsandsteine, hellgrauer bis brauner und roter glasiger Sandstein mit bis fingerdicken Röhren. Die Quarzkörner sind sämtlich ausgeheilt und schließen sich polyedrisch zusammen. Anscheinend ist das ganze Chalcedonzement zur Ausheilung der Quarzkörner verbraucht worden und dieses selbst „Quarz“ geworden.

c) Brecciöse Gesteine.

α) Chalcedonbreccien, bestehen aus schwarzem oder ganz hellgrauem Chalcedon in glasigem Chalcedonsandstein. Die Chalcedonstücke haben oftmals eine hellere Randzone, indem die Außenschicht nach der Breccienbildung anscheinend Veränderungen erlitten hat. Sie hat nämlich weniger Poren als die

Innenzone, wohl infolge nachträglicher Imprägnation mit Kieselsäure bei der Verkittung. Einkieselung, nicht Verkieselung hat gewirkt.

β) Sandsteinbreccien, eckige Stücke von meist rotem Chalcedonsandstein in grauem bis braunem glasigem Sandstein.

d) Kalksandsteine (Pfannensandstein).

α) Nicht verkieselt. Weiße bis graue und grünliche Sandsteine mit überreichlichem Kalkzement. Brausen stark mit Salzsäure und geben zuweilen eine flockige Lösung von Ton und Humin. Verkieselung ist meist in Spuren nachweisbar. Durch Abnahme der Sandkörner können sie übergehen in dichten Kalkstein, der sich durch Magnesiaaufnahme in dichten Dolomit verwandeln kann.

β) Verkieselt. Indem das Kalkzement durch Chalcedon ersetzt wird, entstehen verkieselte Sandsteine. Die Verkieselung kann so geringfügig sein, daß man sie makroskopisch nicht wahrnehmen kann, oder es bilden sich lediglich glasig glänzende Kerne, oder das Gestein ist in toto verkieselt oder halbverkieselt. In letzterem Fall liegen zwischen dem Chalcedon noch Reste von Calcit. Makroskopisch sind solche halbverkieselte Gesteine oft nicht von mürben oder halbglasigen, die total verkieselten aber nicht von eingekieselten Chalcedonsandsteinen zu unterscheiden. Erst der Schliff mit dem verschiedenartigen Chalcedon- usw. -Zement verrät mit Sicherheit die Natur des Gesteins.

2) Der Kalaharikalk.

Derselbe hat die gleiche Beschaffenheit, wie im Kwebegebiet. Auch hier tritt er in zwei Formen auf.

a) Der harte Sinterkalk bildet Rinden und Krusten über dem alten Gebirge, infiltriert die Spalten und Risse der Oberfläche desselben, bildet mit eckigem Schutt desselben eine Breccie, ähnlich den Botletleschichten, und hat da, wo er mächtigere Massen bildet, die beschriebene Sinterstruktur mit Ringen und Rinden. Er ist nirgends sehr mächtig. Oft ist er nur als eine wenige Zentimeter dicke Rinde entwickelt, um dann bald darauf zu einer mehrere Fuß dicken, aus Fladen bestehenden Kalkbanke anzuschwellen.

b) Der mürbe sandige Kalk oder Kalksandstein ist ein mit Kalk verkitteter Sand von besonderer Röhrenstruktur. Da er auf der Südseite des Ngami keine Rolle spielt und nur als letzter Ausläufer der Kalklager am Ngamifluß auftritt, so sei die genauere Beschreibung auf später verschoben.

3) Der Kalaharisand.

Es ist ein rötlicher bis grauer feiner, ziemlich staubreicher Sand, hauptsächlich aus Quarzkörnern und daneben aus Feldspatstückchen bestehend. In reinem Zustand enthält er keine Gesteinsbrocken, sondern ist ein reiner feiner Sand. Wichtig ist es aber, daß er stellenweise mit einer Schotterschicht beginnt, die aus abgerollten, bis faustgroßen Stücken von Quarz, Grauwacken, Chalcedon, Sinterkalk u. a. älteren Gesteinen besteht.

4) Die rezenten Ablagerungen.

Die Ablagerungen, die sich bis in die jüngste Zeit hinein gebildet haben, sind einmal die Alluvien des Ngamisees, sodann aber der Decksand, welcher lediglich eine Modifikation des Kalaharisandes ist.

a) Der Decksand ist ein Kalaharisand mit kleinen Gesteinsbrocken, und zwar Brocken des Untergrundes, und ihre Größe richtet sich nach der Tiefe des Sandes. Wo derselbe nur eine dünne Lage bildet, ist er reich an kleinen und größeren Gesteinsstücken. Je mächtiger er wird, um so kleiner werden

diese und verschwinden schließlich. Bei ca. 2 m Tiefe des Sandes dürften sie wohl stets ganz aufgehört haben.

b) Die Alluvien des Ngami mögen hier nur kurz behandelt werden, da sie im Zusammenhang mit dem Okavangobecken ausführlich dargestellt werden sollen. Sie bestehen

α) aus älteren Flußsanden. Dieselben sind grau bis weiß, staubreich und bestehen aus feinem Quarzsand mit Partikeln von Feldspat und Glimmer. Wo sie an den Decksand stoßen, gehen sie ohne jede Grenze allmählich in denselben über unter Veränderung der Farbe in rot und Aufnahme von Brocken des Untergrundes;

β) aus jüngeren Flußsanden. Es sind weiße feinkörnige Sande, die oberflächlich kalkfrei sind. Allein in der Tiefe sind sie kalkhaltig bis kalkreich. Das beweist der aus zahlreichen Erdferkellöchern ausgeworfene Sand, der stets kleine, bis haselnußgroße Kalksandbrocken enthält;

γ) aus schwärzlichgrauem bis bräunlichem Schlammboden, sehr reich an vegetabilischen Substanzen, Pflanzenfasern, Pflanzenasche, mit Ton und wenig Sand.

Kapitel IX.

Der geologische Aufbau der Südküste des Ngami.*)

Gleich der morphologischen Gliederung hat man auch im geologischen Bild drei von Süden nach Norden aufeinanderfolgende Zonen zu unterscheiden, einmal die Fläche des Kalaharisandes, sodann die Alluvialebene des Seebodens, und zwischen beiden die schmale Zone, in der anstehende Gesteine zutage treten. Die geologischen Formationen, die letztere zusammensetzen, folgen in ost-westlicher Richtung aufeinander.

Drei verschiedene geologische Zonen kann man im Grundgestein unterscheiden.

I. Die östliche Zone reicht von dem Ngamifluß bis zum Buschmanntal. Sie besteht aus Gesteinen der Chanseschichten, die auch auf die linke Talseite übergreifen.

II. Die mittlere Zone beginnt am Buschmanntal und endet der Hauptsache nach am Kap Rengäka. Schollen der Ngamischichten setzen sie zusammen, jedoch fehlen auch die Chanseschichten nicht ganz.

III. In der westlichen Zone dominieren wieder die Chanseschichten. Die Botletleschichten haben hier aber eine Ausbildung von solcher Mächtigkeit und Mannigfaltigkeit, daß sie zur Aufstellung einer besonderen Fazies unter dem Namen Rengakaschichten Veranlassung gegeben haben.

Über das ganze Grundgebirge ziehen sich die Deckschichten hin, Botletleschichten und Kalaharikalk und -sand. Sie nehmen, wie immer, den größten Teil der Oberfläche des Landes ein. Innerhalb des Beckens selbst liegen schließlich mächtige alluviale Ablagerungen aus der jüngsten Periode der Erdgeschichte.

I. Die östliche Zone — Chanseschichten.

Verlängert man die nach 33° streichende Verwerfungslinie zwischen Chanse- und Ngamischichten auf dem linken Ufer des Buschmanntals nach Norden, so fällt sie jenseits des Ngamiflusses annähernd mit dem Sandabhang zusammen, der das Okavangobecken begrenzt. Das ist also wohl kein bloßer Zufall, vielmehr dürfte sich der Plateaurand in jener Richtung unter dem Sand nach N.N.O. fortsetzen. Die Bucht von Teting und die Lagune am Buschmanntal wären dann nachträglich in das Plateau eingeschnitten werden.

Die Gesamtlänge der östlichen Zone vom Buschmanntal zum Ostende der Totingbucht beträgt 16 km. Davon fallen auf die Bucht von Teting 9.5 km, 5 km auf die Lagune und 1.5 km auf den trennenden Sandstreif.

*) Hierzu Blatt 4 und 12.

1) Die Bucht von Toting.

Die Bucht von Toting ist 9.5 km lang und ca. 3 km breit. Mit einem Drittel der Gesamtlänge ungefähr greift sie nach Osten hin über die Seeküste hinaus und begrenzt das Südufer des Ngamiflusses. Ihre Grenzen sind folgende: Im Süden bildet das Plateau mit einem ca. 10—15 m hohen, aber total mit Sand überschütteten Abhang die Grenze. Nach Osten hin flacht sich derselbe ab, ist aber stets deutlich. Am Südufer des Ngamiflusses ist er nur ca. 6 m hoch. Auf der Westseite ist die Grenze nicht der Plateaurand, sondern ein breiter 2—3 m hoher Rücken von Flußsand. Auf der ganzen Nordseite tritt der Boden der Bucht in direkten Zusammenhang mit dem Seeboden. Beide bilden eine Ebene, ebenso die Talsohle des Flusses. Die Verbindung wird aber durch mehrere 2—3 m hohe, flache und unregelmäßig gestaltete Platten unterbrochen, die sich am Rande des Sees und Flußbettes hinziehen.

Der geologische Bau ist folgender. Das Grundgestein ist der Hauptsache nach Totingdiabas (G. L. Nr. 20—27). Er tritt sowohl am Südufer des Flußbettes als auch innerhalb der Bucht an sehr zahlreichen Punkten zutage. Auf dem ganzen Abhang des Plateaus ist er nicht aufgeschlossen. Seine Anwesenheit verrät sich aber durch zahllose Bruchstücke im Sande. Man kann daher mit Bestimmtheit annehmen, daß er auch den Plateaurand bildet.

Neben den Totingdiabasen, die meist stark zersetzt und z. T. ganz in Epidotfels verwandelt sind, treten Chansegrauwacken lokal auf. Es sind die bekannten roten dichten Grauwacken mit Eisenglanzlagen. Sie stehen in ganz flachen Buckeln und größeren Blöcken an einigen wenigen Stellen der Bucht an. Die verkieselten Gesteine — verkieselte Grauwackenschiefer (G. L. Nr. 16) — treten auch ganz lokal auf, erstere in dem Grauwackenvorkommen westlich des Weges von Toting nach Kwebe, letztere an der Westecke der Bucht.

Botletleschichten finden sich am Südufer des Ngamiflusses, und zwar rote, violette, braune, graue und weißliche glasig glänzende Chalcedonsandsteine. Die einzelnen Sandkörner sind in der überreichlichen glasigen Grundmasse deutlich sichtbar. Das Gestein ist reich an schwarzen Schüppchen von Eisenglanz. Gewaltige Blöcke ohne Schichtung oder Bankung stehen an, so daß die Art der Lagerung nicht erkennbar ist. Die Außenseite der Blöcke ist stark verwittert und braunrot. In einzelnen Blöcken und Stücken findet sich der Sandstein wiederholt am Nord- und Südufer und geht mehrere Kilometer am Ssireefluß entlang nach Norden hin. In der Bucht selbst wurde er nie beobachtet, wohl aber in einzelnen Stücken in dem Sand des Südabhangs. Dort wird er also wohl über dem Diabas eine mehr oder weniger geschlossene Decke bilden. In dem Flußtal selbst ist er weiterhin nach Osten vielfach aufgeschlossen, wie wir später sehen werden (G. L. Nr. 244—247).

Eine ähnliche Verbreitung, wie die Gesteine der Botletleschichten hat der Kalaharikalk. Die Platten, welche auf der Südseite des Sees und Flußtals diese von der Ebene der Bucht trennen, bestehen ganz aus einem mit Kalk verkitteten Sand bis sandigem Kalk — mürbem Kalksandstein —, der die Fortsetzung der am Fluß zu beiden Seiten anstehenden Kalklager ist. Er besteht hauptsächlich aus Quarzsand, daneben viel Epidotkörnern, Chalcedonbrocken und auch Feldspat. Die obersten Lagen bestehen aus härterem, wulstigem, gebanktem Kalk. Die eingehende petrographische Beschreibung soll indes erst im Kapitel X erfolgen.

Auf den Platten und an deren Rändern liegt viel grauer bis weißer Flußsand, der z. T. hinaufgeweht sein mag.

Innerhalb der Bucht kommen wiederholt die gleichen Kalkplatten, wie an dem Ufer vor, und nahe der südlichen Böschung tritt der Kalksandstein in breiter Fläche westlich des Weges nach Kwebe zutage. Kalkknollen bis Haselnußgröße

finden sich in dem Sand der Plateauböschung in solchen Mengen, daß an dem Auftreten des Kalks in der Tiefe nicht gezweifelt werden kann.

Der Kalaharisand bedeckt die Plateaufläche als tiefe, feinkörnige, rötliche Sandschicht, die sich auch über das Tal des Ngamiflusses hinaus fortsetzt und mit der eben beschriebenen Grenzlinie als Plateaurand endet. An den Plateaurändern bleibt der Sand nicht rein, sondern nimmt zahlreiche Brocken des Untergrundes auf, so auf der Südseite der Bucht vor allem Diabas und Epidotbrocken, Chalcedonsandstein- und Chalcedonstücke, sowie massenhaft Kalkknollen. Er verwandelt sich also in Decksand. Auf der Karte ist er nicht mit besonderer Farbe ausgeschieden worden. Die Aufnahmen genügen nicht, um alle Stellen mit Gesteinsbrocken festzulegen; außerdem geht der Decksand, ebenso wie der Kalaharisand, allmählich in den älteren Flußsand über. Grenzen sind hier tatsächlich kaum zu ziehen. Um also das Kartenbild nicht zu bunt zu gestalten, wurde der Decksand nicht mit besonderer Farbe, sondern nur durch die Punktierung gekennzeichnet.

Die Alluvion, die aus der letzten Zeit stammen, als der Ngamisee und -Fluß noch dauernd Wasser enthielten, sind folgende.

Der alte Seeboden besteht aus dem schwärzlichen Schlammboden, der an Aschen und Vegetabilien sehr reich ist. Er ist mit Schilfrohr in dichten Massen bedeckt. Dasselbe wächst, ähnlich wie das Gras, in einzelnen „Kampen“, zwischen denen ein lockerer Aschenstaub liegt, in den man tief einsinkt. Dieser Schlammboden zieht sich vom See aus noch ein Stück weit in das Flußbett nach Osten hinein. Umrandet wird der Schlamm von einem weißen lockeren Sandgürtel, der sich z. T. auf die Kalkplatten hinaufschiebt. Derselbe Sand, untermischt mit abgewehtem und abgeschwemmtem Kalaharisand, begrenzt die Bucht von Toting im Westen und zieht sich als breiter Streif an deren ganzer Südseite hin. Innerhalb dieses Flußsandes kann man zwei verschiedene Zonen unterscheiden, die freilich ineinander übergehen. Die Sande der ersten Zone liegen dicht am Flußufer fast in dem Niveau des Schlammbodens, die der zweiten dagegen steigen höher an, bilden 2—3 m hohe Platten und Nehrungen und gehen am Plateaurand in den Kalaharisand über. Diese letzteren Sande stammen z. T. aus einer Zeit, da das Wasser einen weit höheren Stand, als in der letzten Zeit, hatte und alle Buchten Lagunen waren.

Eine ganz besondere Ablagerung nun erfüllt das Becken der Bucht von Toting. Blickt man von einer der Kalkplatten über die Bucht hin, so dehnt sich dieselbe als graue, mit einzelnen zerstreuten Bäumen bedeckte Erdfläche aus. Gras ist nur spärlich vorhanden, die Bäume lassen ihre Kronen meist in Mannshöhe beginnen, so daß der Wanderer vorwiegend den kahlen grauen Boden sieht. Dieses eigentümliche Bild kontrastiert scharf mit dem dichten häßlichen strauchförmigen Busch des Sandfeldes und dem hochstämmigen Baumstreif des Uferrandes.

Der graue Erdboden nun besteht aus einer hellgelblichweißen bis lichtgrünlichgrauen sandreichen Kalkerde. Seine Oberfläche aber ist von zahllosen linsengroßen Brocken von Diabasdetritus bedeckt, die über die kahle Fläche ausgebreitet sind und häufig Ripplemarks bilden. Zahllose kleine Termitenhäufchen aus lockerer Kalkerde mit Diabasdetritus ragen über die ebene Fläche um 10—20 cm hinaus. Hier und dort häuft sich der Detritus zu flache, mehrere Schritte lange Diabasklippen an.

Untersucht man die Kalkerde näher, so findet man, daß sie wesentlich ein mit überreichlichem Kalk zementierter, an Diabasgrus und Chalcedonbrocken reicher Quarzsand ist.

Wo stellenweise in Vertiefungen während der Regenzeit Wasser zu stehen pflegt, wird die kalkreiche Ablagerung von einem dunkelgrauen sandigen Schlammboden in dünner Schicht überlagert, die als Absatz aus den Pfützen anzusehen

ist. Während der Trockenzeit schrumpft der Schlamm und krümmt sich in dünnen Schalen zusammen, die mit Schlamm überzogenen, gerollten Blättern gleichen und vom Wind zerstäubt werden.

Der Diabas- und Chalcedondetritus, der z. T. in Ripplemarks über die Ebene ausgebreitet ist, stammt einerseits von den aufragenden flachen Diabasklippen, andererseits aber vorwiegend von den Termitenhäufchen her, die die Gesteinsbrocken zusammen mit Sand und Kalkerde an die Oberfläche schaffen. Durch den Wind wird er dann weiterhin verbreitet. Die Sandkörner und die leichte trockene Kalkerde werden fortgeblasen, der gröbere Grus aber bleibt zurück.

Die kalkreiche Ablagerung des Beckens hat große Ähnlichkeit mit dem Kalksandstein der Platten. Er besteht aus denselben Bestandteilen, nur ist er vielleicht reicher an Diabasgrus.

Über die Tiefe der Alluvien in der Bucht von Toting sind wir eingehend orientiert. Aus bestimmten Gründen wurde der Untergrund mit Bohrapparaten untersucht und die Beschaffenheit der Sedimente durch Waschen festgestellt. Dabei hat sich nun folgendes ergeben. Der Untergrund besteht fast vollständig aus Totingdiabas, nur lokal aus Chausegrauwacke. Die Oberfläche dieser Gesteine bildet keine Ebene, sondern ist sehr unregelmäßig von allseitig geschlossenen Furchen und Höhlungen durchzogen. In der Nähe der Inseln anstehenden Gesteins sind die Ablagerungen ganz flach und keilen sich aus, schwellen aber in der Mitte der Bucht bis zu 60 Fuß (also rund 20 m) Tiefe an. Im Durchschnitt schwankt ihre Mächtigkeit zwischen 10 und 20 Fuß, also 3—7 m.

Die Ablagerungen bestehen durchweg aus diesem kalkigen Sand, resp. dem sandigen Kalk mit Diabasbruchstücken. Größere Blöcke der Botletleschichten treten nur am äußersten Nordrand des Nordostendes der Bucht, also nahe dem anstehenden Gestein, auf. Ein Profil durch die Bucht von Toting südlich des Ngamiflusses hat folgende Beschaffenheit (Blatt 12 Fig. 1).

Das Plateau im Süden besteht aus Diabas mit Decke von Botletleschichten (?) und von Kalaharikalk. Der Untergrund der Bucht ist eine Diabasfläche, in die bis 20 m tiefe Höhlungen eingesenkt sind. Über ihm füllt die kalkig-sandige Ablagerung alle Vertiefungen aus, so daß nur einzelne Spitzen des Untergrundes aufragen. Auch am Ngamifluß tritt der Diabas zutage. Hier liegt auch eine unregelmäßig gestaltete Masse von Chalcedonsandstein und über ihm eine lückenhafte Platte von Kalaharikalk. Inseln desselben Kalks finden sich auch zwischen der Bucht und der Alluvialebene des Sees.

Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß diese kalkig-sandige Ausfüllung mit dem mürben Kalaharisandstein identisch ist.

2) Die Bucht am Buschmanntal.

16 km südwestlich von Toting mündet von Süden her ein Tal ein, das schon seit langer Zeit kein Wasser mehr geführt hat, aber wohl einstmals zur Ausbildung einer Lagune Veranlassung gegeben hat. Dieselbe ist ca. 7 km lang, die Breite schwankt zwischen 500—1200 m. Ein 20—30 m breiter und 3—4 m hoher Wall aus hellgrauem Sand schließt sie vollständig vom See ab. Der Plateaurand verläuft bis zum Buschmanntal vollständig gleichmäßig nach S.W., wie an der Bucht von Toting. Die Küstenlinie dagegen bildet mehrere tiefe Buchten.

Das Buschmanntal ist an seiner Mündung 800 m breit, verschmälert sich aber sehr schnell auf 150—200 m. Da auf der linken Seite desselben ein deutlicher Wechsel der geologischen Formationen eintritt, dürfte es zweckmäßig sein, hier die Grenze der östlichen Zone zu ziehen.

Das Grundgestein des Plateaurandes ist an der Seeseite nirgends aufgeschlossen, erst mit dem Erreichen des Buschmanntals tritt es zutage. Es sind

graue und rötliche Grauwacken und Grauwackensandsteine der Chanseschichten, in die Lager von Totingdiabas eingeschaltet sind (Blatt 12 Fig. 2). Diese Gesteine bilden einen mehrere Meter hohen Abhang, der die Talsohle begrenzt. Auf ihnen lagern Rinden und Buckel von Sinterkalk. Nach Osten hin folgen sehr schnell graue, grüne und rote Chalcedonsandsteine, und zwar sind es die als „Krystallsandstein“ beschriebenen Röhrensandsteine (G. L. Nr. 230). Dieselben enthalten lokal Geröllmassen von Quarz, Grauwacke und Diabas, die im allgemeinen nuß- bis faustgroß sind, aber auch in Breccien aus bis kopfgroßen eckigen und abgerundeten, z. T. scharfkantigen Blöcken in Chalcedonsandstein bestehen können. Diese Geröllmassen sind am reichlichsten in der Zone der Chalcedonsandsteine zu finden, greifen aber auch nach Westen hin auf den Kalk über, in dem sie lokal reichlich eingeschlossen sind. Andererseits nehmen sie nach Osten hin an Masse und Größe schnell ab, so daß ein allmählicher Übergang zwischen den Geröllmassen und dem Kalaharisand erfolgt. Anscheinend handelt es sich um Gerölllager von verschiedenem Alter, nämlich dem des Chalcedonsandsteins, des Kalaharikalkes und -sandes. Die Herkunft der Gerölle werden wir auf dem linken Ufer des Tals kennen lernen.

Der Kalaharisand hat hier eine tief braunrote Farbe. Er ist nämlich ein mit den Verwitterungsprodukten des Untergrundes gemischter Decksand. Die grünen Chalcedonsandsteine verwittern zu grellrotem, scheinbar lehmigem Sand und der Kalaharisand ist mit diesen Produkten gemischt, denn er enthält massenhaft Brocken aus dem liegenden Gestein. Je weiter man sich von dem Rande des Buschmanntals und des Seebeckens entfernt, um so mehr verschwinden die Gesteinsbrocken, um so mehr verliert sich die brennendrote Farbe, und schließlich entsteht der gewöhnliche feinkörnige rötliche Kalaharisand. Dieselbe Wandlung macht der Sand durch, wenn man von dem Buschmanntal am Plateaurand entlang nach der Bucht von Toting geht. Dem westlichen Teil dieser Bucht gegenüber vollzieht sich die Umwandlung von tiefrotem zu blaßrötlichem Sand. Zu gleicher Zeit nehmen die Bestandteile der Chalcedonsandsteine ab. Kalkknollen, die freilich auch in dem tiefroten Sand nicht immer fehlen, nehmen zu, Diabasgrus tritt neu auf und beherrscht bald den Decksand.

Geht man von dem Plateaurand nach dem See zu, so nimmt der Sand mit dem Verlassen des Abhangs schnell eine blaßrötliche und dann graue Farbe an. Es entwickeln sich graue bis weiße lockere, z. T. kiesige Sande, die als Seealluvien aufgefaßt werden müssen. Sie bilden flach ansteigende, einige Meter über dem Lagunenboden aufragende Gehänge. Die Lagunenwälle sind lediglich Fortsetzungen dieser Gehänge nach dem See zu.

Innerhalb der Lagune bildet ein grauer, an vegetabilischen Stoffen und Sand reicher Schlammboden den Untergrund. Weiße feine Sande bedecken ihn z. T., werden von den Winden umhergeweht und bilden Ripplemarks. Nach dem Plateau zu tritt Sinterkalk in Brocken und größeren Stücken auf, daneben Gerölle von rotem und weißem Quarz. Das Grundgestein tritt in dem äußersten östlichen Winkel der Lagune zutage. Es ist eine ca. 2 m hohe, ganz flach ansteigende und vielfach mit Sand bedeckte Erhebung aus Totingdiabas, der vielfach total in Strahlstein und Epidot umgewandelt worden ist. Rinden und Schollen von hartem Sinterkalk bekleiden ihn als lückenhafte Decke. Außerhalb der Lagune liegt eine Zone hellen, lockeren Flußsandes. Aber am nördlichen Fuß des Lagunenwalls stehen hohe Termitenbauten aus weißlich-gelblicher Kalkerde an, die an Quarzsand und Epidotbrocken reich ist. Dieser Befund weist darauf hin, daß eine kalkreiche Ablagerung, wahrscheinlich Kalaharikalk, in der Tiefe liegt, von Flußsanden überlagert.

Der Seeboden selbst, der auf den Ufersand folgt, besteht, wie überall, aus schwärzlichem, humosem, an Asche reichem Schlammboden.

II. Die mittlere Zone. — Ngamischichten.

Die mittlere Zone, die vorwiegend aus Ngamischichten besteht, hat eine Länge von ca. 19.3 km, bei einer Breite von 2—3 km. Nur am Buschmanntal schwillt letztere auf ca. 4 km an. Diese Zone zerfällt wiederum in eine östliche und westliche Hälfte. Jene ist aus Unteren und Mittleren Ngamischichten aufgebaut, diese besteht aus Schollen der Mittleren und Oberen Formation und umfaßt die tiefe Bucht von Rengaka. Die Grenze zwischen beiden verläuft östlich des Kaps von Tsillinyana.

1) Das Gebiet zwischen dem Buschmanntal und Tsillinyana.

Der Plateaurand, der das Buschmanntal im Westen begrenzt, zieht sich als ein steiler, felsiger, 10—15 m hoher Abhang nach Westen hin. Jenseits einer kleinen Bucht, in die ein kleiner Wasserriß mündet, der einst die Bildung einer Lagune verursacht hat, wird der Abhang wieder mit Sand überschüttet und erhält eine flachere Böschung. An einem zweiten Wasserriß südlich von Tsillinyana endet diese Zone.

Auf das Vorland zwischen der Küste und dem Plateau folgen am Fuße des letzteren drei Lagunen aufeinander, von denen die östlichste offen, die beiden anderen geschlossen sind. Die Nehrungen und die Umrandung der Lagunen auf ihrer Südseite bestehen aus älteren Sanden, der Boden der Lagunen aus grauem, sandigem Schlammboden, der Strand an der Küste jedoch aus hellem, weißlichem Flußsand.

Aus diesem jungen Alluvium nun ragen Schollen von Gesteinen hervor, und Schuttmassen erfüllen die wenig tiefen Flußsande.

Nahe der Küste liegen die Unteren Ngamischichten, auf die nach Süden hin die Mittleren folgen. Letztere nehmen z. T. noch an der Zusammensetzung des Vorlandes teil, hauptsächlich setzen sie aber das Plateau zusammen.

Das Gebiet bei Ssepetes Kraal.

Westlich Ssepetes Kraal liegt die Hauptmasse der Unteren Ngamischichten. Sie haben eine Breite von 800 m und fallen mit einem Winkel von 10—20° nach Süden ein. Das Streichen weicht von 50° nur wenig ab. Vorausgesetzt, daß innerhalb dieses Schichtensystems keine Verwerfungen vorliegen, hat die ganze Schichtenserie eine Mächtigkeit von 130—280 m, im Mittel 210 m. Es ist aber nicht wahrscheinlich, daß die Lagerung so einfach ist, denn einmal weisen die Unteren Ngamischichten eine Wiederholung der petrographischen Glieder auf, sodann aber treten innerhalb der Sandsteine und Grauwacken Gesteine auf, die zu der Mittleren Stufe gehören dürften, und zwar gerade auf der Grenzlinie, wo die Wiederholung der Unteren Stufe beginnt. Deshalb ist man, glaube ich, berechtigt, eine Verwerfung anzunehmen, die die Unteren Ngamischichten in zwei Schollen zerlegt hat, zwischen denen Reste der Mittleren Schichten zutage treten. Diese Verwerfung vorausgesetzt, beträgt die Mächtigkeit der nördlichen Scholle 80—170 m (Mittel 130 m), die der südlichen 50—110 m (Mittel 80 m).

Die Reihenfolge der verschiedenen Schichten ist folgende (Blatt 12 Fig. 3): Das Liegende der Unteren Ngamischichten ist nirgends aufgeschlossen. Sie beginnen westlich des Kaps Ssepete mit

a) weißen, feinkörnigen, mürben Sandsteinen, die einen 10—15 m breiten, flachen Wall bilden. Auf sie folgt, durch Flußsand getrennt,

b) brauner und grüner, glasigglänzender Chalcedonsandstein in großen Blöcken, in einer Zone von 60 m Breite, zusammen mit grauen, mürben Sandsteinen (G. L. Nr. 36).

c) Zone der grauen, grünlichen und bräunlichen mürben

Sandsteine und Grauwacken, die dünnbankig bis schieferig sind. Sie haben insgesamt eine Breite von 220 m. Innerhalb dieser Zone sind sie nicht durchweg aufgeschlossen, sondern werden durch Streifen von Flußsand unterbrochen. Im einzelnen weichen verschiedene Bänke etwas voneinander ab. So sind einige durch Eisenhydroxydlagen geschichtet, andere neigen zur Ausbildung schwarzbrauner Eisenhydroxydrinden, aber alle gehören demselben Typus an.

d) Innerhalb dieser Zone liegen westlich unseres Lagers bis 1 m hohe runde schwarzbraune Blöcke eines eisenschüssigen Kalksandsteins (G. L. Nr. 105), die sich schon makroskopisch durchaus von den anderen Sandsteinen unterscheiden und wie erratische Fremdblöcke daliegen. Dem mikroskopischen Befund nach sind es Kalksandsteine, wie sie den Mittleren Schichten eigentümlich sind. Diese Fremdlinge sind also wohl letzte Reste einer Scholle Mittlerer Ngamischichten, deren Herkunft freilich nicht ohne weiteres klar ist.

e) Zone der grobkörnigen und konglomeratischen Grauwacken. Grobkörnige, aus Quarz- und Feldspatstücken zusammengesetzte Grauwacken folgen auf die feinkörnigen mürben Grauwacken. Wegen ihrer Grobkörnigkeit und Zusammensetzung aus Quarz und Feldspat hielten unsere englischen Prospektoren sie für Granit. Lokal gehen diese Gesteine durch Aufnahme bis faustgroßer Quarzgerölle in Konglomerat über. Diese Zone hat eine Breite von ca. 200 m, jedoch treten die anstehenden Bänke nur lokal aus den alluvialen Sand- und Geröllmassen auf.

Diese grobkörnigen Gesteine sind alle sehr stark eingekieselt, so daß sie im Schliff den Habitus von Botletlesandsteinen haben. Äußerlich läßt sich die Einkieselung durch einen leichten Glasglanz erkennen.

f) Ein Streif Mittlerer Ngamischichten unterbricht den Verband der Unteren Serie. Dieselben bestehen im Osten, etwas südlich unseres Lagers, aus blaugrauen harten, dichten kieseligen Schiefern, die aufs Haar den blaugrauen schwach verkieselten Kalkschiefern von Gobabis (G. L. Nr. 271) gleichen; nur ist der Kalk anscheinend ganz durch Kieselsäure ersetzt worden. Es handelt sich also wohl um total verkieselte Kalkschiefer. In Gobabis bilden dieselben das Hangende der Unteren Ngamischichten, und dieselbe Lage würden sie — eine Verwerfung vorausgesetzt — hier in diesem Profil haben.

Diese verkieselten Kalkschiefer sind auf einer langen Zone in Form langer glatter Schollen lokal nachweisbar.

Auf diesen schmalen Streif Mittlerer Ngamischichten folgen dann von neuem die grauen und graugrünen feinkörnigen Grauwacken und Sandsteine c, die hier und dort aus den Flußsanden auftauchen. Die grobkörnigen konglomeratischen Grauwacken e schließen die Gesteine der Unteren Ngamischichten ab.

Folgen wir von der Stelle, wo dieselben enden, der Streichrichtung der Unteren Ngamischichten (50°) nach S.W. hin, so finden wir da, wo diese Linie den Plateaurand erreicht, wieder die grobkörnigen Grauwacken mit gleichem Streichen. Sie bilden dort das Fundament des Plateaus. Wahrscheinlich hängen sie mit den westlich Ssepotes Kraal anstehenden Schichten zusammen.

Südlich dieser Masse liegen in der Ebene mehrere Vorkommen von Gesteinen der Unteren und Mittleren Ngamischichten, die anscheinend lediglich in einzelnen Schollen auftreten. Die Aufschlüsse sind aber sehr schlecht, Flußsande verhüllen fast das ganze Gestein. Im Osten liegen gelbe und braune Kalksteine, die vielleicht nach ca. 25—30° streichen und mit $\sphericalangle$ 15—20° nach S.S.O. einfallen (?). Es sind eisenschüssige merglige Kalksteine mit grobkörnigen Calcitschnüren und -flecken, die beim Verwittern Rinnen und Gruben bilden, sowie mit spiegelnden Calcitflächen. Sie mögen ca. 20 m Mächtigkeit haben (?) (G. L. Nr. 77—83). Nach Westen hin folgt auf sie eine Scholle der grobkörnigen eingekieselten Grauwacken, deren Lagerung nicht aufgeschlossen ist, sodann wiederum rotbraune eisenschüssige Sandsteine und Kalksteine in nur schmaler Zone. Dann

streicht eine Scholle Unterer Ngamischichten mit grauen und braunen mürben, z. T. konglomeratischen Sandsteinen quer über den Weg, ca. 15—20°, ∢ 90°(?). Dann betritt man wieder ein Gebiet roter Eisensandsteine und eisenschüssiger Kalksteine (Nr. 62) mit zahlreichen Rötelgruben. Die an den Zersetzungsprodukten der eisenschüssigen Gesteine reichen Alluvien enthalten nämlich Schmitzen roten Tons, aus denen durch Schlämmen ein unreiner Rötel — tschibilo — gewonnen wird. Die Eingeborenen verwenden ihn zum Färben der Haare und Haut. Gleiche Gesteine mit Rötelgruben liegen auch weiter westlich in einer Alluvialebene jenseits des Lagunenwalls.

Sind die Lagerungsverhältnisse der einzelnen Gesteinsvorkommen auch sehr unsicher, so kann man aus ihrem verschiedenartigen Auftreten doch folgern, daß einzelne Schollen mit komplizierter Lagerung vorliegen.

Bis zum Plateaurand folgt südlich des Sandwalls eine Lagune mit grauem tonigem Sandboden.

Der Plauteaurand ist sehr kompliziert zusammengesetzt. Die Unteren Ngamischichten beteiligen sich nur an einer Stelle an seinem Aufbau, nämlich, wie erwähnt, am Westende der Lagune. Dort bilden sie an einem hohen Baobab mit 5 m hohem Wall das Fundament, zwar sind sie von rotem Sand bedeckt, derselbe enthält jedoch zahlreiche Bruchstücke roten und gelben Mergelkalks. Derselbe steht wohl in der Tiefe unter dem Sand an.

Nach O. und S.O. hin verschwinden die Grauwacken, die Mergelkalke nehmen den ganzen Abhang ein. Damit haben wir den aus Mittleren Ngamischichten zusammengesetzten Teil des Plateaurandes betreten.

Man kann sich kaum eine einheitliche Schichtenreihe komplizierter zusammengesetzt vorstellen, als die Mittleren Ngamischichten hier am See. Rote, braune, gelbe, grüne Mergel und Mergelkalke bilden die Grundmasse, graue, violette, rote, braune, grüne Kalksteine dagegen schnell wechselnde Einlagerungen. Schon nach wenigen Schritten kann sich ein Profil derart ändern, daß man die einzelnen Schichtenglieder desselben nicht mehr wiederfindet. Dazu kommen die Einflüsse der darüberlagernden Botletleschichten, durch Verkittung und Verkieselung alter Schuttmassen und anstehender Gesteine. So wird denn ein ganz außerordentlich buntes Bild hervorgerufen.

Um einen klaren Überblick zu gewinnen, ist es zweckmäßig, den Abhang in 4 Zonen einzuteilen, die von Westen nach Osten aufeinander folgen. Die Hauptbestandteile derselben sind:

A) Kalkmergel,
B) Kalkmergel und Botletleschichten,
C) Kalkmergel mit Kalksteineinlagerungen und Botletleschichten,
D) Kalkmergel mit spärlichen Einlagerungen.

Durch den Rand wurden 19 Profile gelegt, von denen hier 8 folgen mögen.*) Fig. 4 (Blatt 12) zeigt die Lage derselben.

A) Die Zone der Kalkmergel beginnt über den grobkörnigen Grauwacken am Plateaurand und geht bis zum Wasserriß in der Tiefe der kleinen Bucht. Anfangs von Sand überschüttet, treten sie weiter östlich mit steiler Wand und guten Aufschlüssen zutage. Profil I (Fig. 5) gibt ein Bild der Zusammensetzung.

a) ist eine 8 m hohe Wand aus roten, braunen, gelben, feingeschichteten bis dickbankigen Kalkmergeln (G. L. Nr. 85, 86). Eingelagert sind Bänke rotbraunen, z. T. krystallinen Mergelkalks bis Kalkstein (G. L. Nr. 65). Ver-

*) Die Faziesbildungen näher kennen zu lernen halte ich für wichtig. Einmal kann man dann den überraschenden petrographischen Wechsel in dieser Formation beurteilen, sodann aber dürften ähnliche schnelle Fazieswechsel auch zuweilen die Mittleren Lydenburger Schichten beherrschen und ein richtiges Verständnis derselben den Vergleich mit den Ngamischichten erleichtern.

kieselung ist in mannigfachem Grade und Umfang vorhanden, lokale Bänder von Jaspis und totale Verkieselung ohne Spur von Kalk (G. L. Nr. 87).

b) dickbankige Mergelkalke (G. L. Nr. 59, 61).

c) die Haube aus Kalaharikalk, der mit Rinden, Kuchen und Knauern das Gestein bedeckt.

Hinter dem Wasserriß beginnen sehr bald die Botletleschichten, anfangs in losen Stücken, dann anstehend. Damit haben wir die

B) Zone der Kalkmergel und Botletleschichten erreicht. Die Kalkmergel und Mergelkalke sind dieselben geblieben, werden aber doch stark durch die Botletleschichten beeinflußt. Einmal ist Verkieselung, sodann auch Brecciebildung häufig. Verkieselter oder nicht verkieselter Kalksandstein der Botletleschichten ist in Spalten und Klüfte der Kalke eingedrungen und bildet über dem anstehenden Gestein eine Breccie, die nach oben hin in reinen Kalksandstein übergehen kann. Diese Breccien sind nun ihrerseits wiederum in den obersten Lagen in Stücke zerbrochen und durch den Kalaharikalk zusammengebacken worden.

Lokal findet man auch Breccien, die aus Bruchstücken hangender Gesteine bestehen und durch Kalksandstein untereinander und mit dem liegenden Gestein zu einer Masse verkittet sind. In solchen Fällen handelt es sich um abgerutschten Schutt, der auf einem Felsenvorsprung liegen geblieben und später mitsamt der zerplatzten Unterlage verkittet worden ist.

Profil II (Fig. 6) gibt ein Bild der Verhältnisse in dieser Zone. a) sind gelbe und rote Kalkmergel und Kalke. b) ist eine Bank roten Mergelkalks (G. L. Nr. 70), der durch Dolomitsandstein mit einer Breccie gelber Kalkmergel (G. L. Nr. 88) zu einer Gesteinsbank verkittet worden ist. Die gelben Kalkmergel stammen von c). Über c) liegt roter Kalkmergel, der zu oberst eine Breccie d) in Kalksandstein bildet. Die Kalkbaube e), die hier, wie überall unten eckigen Schutt der liegenden Gesteine enthält, schließt den Abhang ab. Diese Breccie unter dem Kalk besteht also aus Stücken der Breccie d) im Kalaharikalk.

C) Die Zone der Einlagerungen beginnt östlich des Profils II. Bänke harten, grauen, rötlichen, violetten, grünlichen, mergligen, dichten oder krystallinen Kalks treten auf, bald rein, bald mehr oder weniger verkieselt. Die Zahl dieser Bänke nimmt nach Osten hin schnell zu. Dabei haben die einzelnen oft nur eine sehr geringe Ausdehnung und sind mehr Klötze oder Stöcke als Bänke. In dicht nebeneinander liegenden Aufschlüssen kann man die einzelnen Bankmassen oft nicht mehr wieder finden. Dazu kommt nun noch die Einwirkung der Botletleschichten mit Verkieselung und Verkittung alten Schutts durch Kalksandsteine, die ihrerseits verkieselt und zerplatzt sein können.

Folgende drei Profile werden ein gutes, wenn auch keineswegs vollständiges Bild von den komplizierten Verhältnissen geben.

Profil III (Fig. 7).

a) Rote und lichtbraune Kalkmergel.
b) Bank harten grauen Kalksteins.
c) Roter Kalkmergel.
d) Grauer Kalksandstein (Botletleschichten.)
e) Kalkhaube.

Profil IV (Fig. 8).

a) Blaßgrüner Kalkstein.
a¹) Grüner Chalcedonsandstein, d. h. eingekieselter Sand. (G. L. Nr. 221.)
b) Graue und graugrünliche, z. T. verkieselte dicke Kalkbänke. (Nr. 48.)
c) Rote Kalkmergel.
d) Grauer und violetter, dickbankiger Kalkstein, z. T. verkieselt, z. T. brecciös durch Kalksandstein. (Nr. 64.)
e) Grünlicher grobkörniger schwach verkieselter Kalkstein in Bänken

zusammen mit einer stark verkieselten Breccie aus grünen Mergeln in verkieseltem Kalksandstein. Letztere sind abgerutschter Schutt aus f und g. (Nr. 42. 50.)

f) Grüner Kalkmergel.

g) Bank harten grünen verkieselten Mergels mit Sandschnüren, d. h. brecciös durch verkieselten Kalksandstein. (Nr. 41.)

h) Blaßgrünlicher Kalkstein. (Nr. 39. 40.)

i) Grünlicher Kalkstein, brecciös in Kalksandstein.

k) Grau- und blaßrötliche weiche merglige Kalksteine. (Nr. 44. 45. 49. 51.)

l) Kalkhaube.

m) Bank roten Kalksteins, z. T. brecciös in Kalksandstein. (Nr. 67.)

n) Doppelte Breccie: roter Mergelkalk in Kalksandstein, und dieses Gestein bildet seinerseits eine Breccie im Kalaharikalk.

Profil V. (Fig. 9.)

a') Grüner glasiger Chalcedonsandstein in losen Stücken. (= a' in Profil IV.)

a) Roter Kalkstein.

b) Violetter Kalkstein. (= Nr. 56. 60.)

c) Zunge sich auskeilender roter Mergel (c in Profil IV).

d) Grauer Kalkstein.

e) Derselbe Kalkstein, oben brecciös in Kalksandstein.

f) Harter roter verkieselter Kalkstein, oberflächlich Breccie in verkieseltem Kalksandstein (= e in Profil IV).

g) Grüner Mergel (= f Profil IV).

h) Grüner harter verkieselter Mergel (= g Profil IV).

i) Grobkrystalliner Kalkstein mit spiegelnden Calcitflächen (= k in Profil IV).

k) Grüner Mergel.

l) Kalkhaube.

D) Zone der Kalkmergel mit spärlichen Einlagerungen.

In ähnlicher Weise wie in den angeführten Profilen setzen sich die Einlagerungen nach Osten hin fort, werden aber spärlicher und haben oft die Form von kleinen Stöcken oder gar Gängen, wie Profil VIII zeigt.

Profil VIII, A, B und C sind wenige Schritte voneinander entfernt gelegene Parallelschnitte. (Fig. 13.)

a) Rote Kalkmergel, teils mürb, teils hart und verkieselt.

b) Grüne Kalkmergel.

b') 2—3 m breites Riff von grauem, teils grobkrystallinem Kalk, teils amorphem Chalcedon, d. i. total verkieseltem Kalk. In dem grauen Chalcedon sind lagen- und streifenförmige Flecken vorhanden.

c) resp. c') Breccienzone. Die liegenden Gesteine werden von verkieselten Kalksandsteinen infiltriert und bilden über dem anstehenden Gestein Breccien, deren Bruchstücke nach oben hin immer kleiner und spärlicher werden.

d) Sinterkalkhaube, bildet eine Breccie mit dem liegenden Gestein.

Die Einlagerungen harter Kalkriffe fehlen im Osten ganz. Oben graue, unten rote Kalkmergel, dann rote allein setzen dort den Abhang zusammen, überwölbt von einer tief herabgreifenden Sinterkalkhaube, die mit dem liegenden Gestein die gewöhnliche Breccie bildet. Die Botletleschichten verschwinden nach Osten hin.

An einer Stelle des Abhangs, wo die Kalksteineinlagerungen zurücktreten

beginnen, nehmen die Oberen Ngamischichten an dem Aufbau des Plateaurandes teil. Bei dem Mangel an guten Aufschlüssen war es freilich nicht mit Sicherheit festzustellen, ob dieselben tatsächlich anstehende Schichten oder umgearbeitete Botletleschichten sind. Es sind Konglomerate mit Geröllen von weißem Quarz, daneben Quarzporphyr, Chansegrauwacken, Totingdiabas und Kalksteinen der Ngamischichten. Diese Konglomerate sind z. T. in situ stark eingekieselt, z. T. aber auch nachträglich fortgeschwemmt und verschoben worden.

Ihr Vorkommen am Plateaurand ist beschränkt und wird durch folgende zwei Profile charakterisiert.

Profil VI. (Fig. 10.)

a) Krystalliner Kalkstein (3 m).
b) Roter Mergelkalk, z. T. brecciös in Kalksandstein (G. L. Nr. 74).
c) Roter Mergel, Breccie in Kalksandstein.
d) Große Blöcke von Konglomeraten Oberer Ngamischichten, eingekieselt, anstehend.
e) Sinterkalkhaube.

In diesem Profil stehen die Konglomerate über den Kalkschichten an. In dem nächsten bilden sie jedoch nur abgerutschte Massen, die mit den Kalken zusammen zu einer Gesteinsbank verkittet worden sind.

Profil VII. (Fig. 11.)

a) Violetter Kalkstein.
b) Lichtgrauer Kalkstein, verwandelt sich in eine Breccie in Kalksandstein. Diese wiederum geht durch Aufnahme von Geröllen der Konglomerate der Oberen Ngamischichten in Konglomerat über, das ein 1,50 m langes Nest auf der Kalksteinbank bildet.
c) Roter Kalkmergel, z. T. als Breccie in Kalksandstein.
d) Bänke harten violetten Kalksteins, der z. T. ganz in Chalcedonmassen verwandelt ist. Diese Bank wird einige Schritte nach Westen hin brecciös durch Eindringen von verkieseltem Kalksandstein, und diese Breccie geht ihrerseits in Konglomerat der Oberen Ngamischichten über.
e) Gehängeschutt.
f) Verkieselter Kalksandstein mit Geröllen und eckigen Stücken von verkieseltem Kalkstein und Chalcedon.
g) Kalkhaube.

Fig. 12 zeigt den Übergang der Kalksteinbank d) des Profils VII in Konglomerat. α) ist die unveränderte Kalkbank, β) der brecciöse Kalkstein, γ) Kalksandsteinbreccie. Diese geht durch Aufnahme von Rollstücken in Konglomerat δ) über. Die Entstehung ist klar. Abgerutschte und auf der oberflächlich zerplatzten Kalkbank α) liegengebliebene Gerölle der Oberen Ngamikonglomerate, die oben auf dem Plateau liegen, wurden durch den Kalksandstein verkittet, der zugleich alle Klüfte von α) ausfüllte und dessen Schutt verkittete.

Die Westseite des Buschmanntals.

Die Aufnahme dieses Teils hat große Schwierigkeiten gemacht. Einmal fehlen auf der Hochfläche gute Aufschlüsse, sodann macht ein dichter Busch jeden Überblick unmöglich, schließlich herrschen geologisch sehr komplizierte Verhältnisse. Geröllager der Oberen Ngamistufe sind nämlich teils während der Botletlezeit in situ von Chalcedon durchtränkt und eingekieselt worden, teils auf sekundäre Lagerstätte gelangt, und zwar sowohl in die Botletleschichten, als den Kalaharikalk, als auch in den Kalaharisand. Erst durch wiederholte Besuche und durch Vergleich zahlreicher Profile gelang es, Licht in die wirren Verhältnisse zu bringen.

Von Norden nach Süden zu zerfällt das Land in drei Zonen:

1) die Zone der Mittleren Ngamischichten,
2) die Zone der Geröllager,
3) die Zone der Chanseschichten.

1) Die Zone der Mittleren Ngamischichten wurde im Vorhergehenden beschrieben. Am Buschmanntal besteht sie aus grünen und roten Mergeln, die von einer mächtigen Kalkhaube überlagert werden. Sie zieht sich am Westrand des Tals noch ca. 350 m weit nach Süden hin, indem sie mehrere mit Sinterkalk bedeckte Wellen bildet.

2) Die Zone der Geröllager hat an dem Westrand eine Länge von ca. 1000 m. Nach Westen hin läuft sie mit langer Zunge aus. Ihre Oberfläche ist wellig, und zwar verlaufen die Wellen parallel dem Plateaurand, also fast rechtwinklig zum Buschmanntal. Es sind nicht Erhebungen über dem Plateau, sondern flache, lange Furchen, deren Boden nur um wenige Meter die Sohle des Buschmanntals überragt.

Diese Geröllzone setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

a) aus Konglomeraten der Oberen Ngamischichten. Diese bestehen aus gelbem glasig glänzendem Sandstein mit bis faustgroßen Geröllen von weißem und rotem Quarz der Chanseschichten, Quarzporphyr, Totingdiabas und Chansograuwacke, sowie Ngamikalken. Sie sind mit Chalcedon derartig durchtränkt, daß sie im Schliff den Eindruck von Botletleschichten machen. Diese Konglomerate gleichen so völlig denen der Oberen Ngamischichten in der Rengakabucht, daß sie wohl unbedenklich auch hier für solche gehalten werden können. Sie sind die Quelle für die Gerölle, die hier in den Deckschichten liegen. Das beweist ihr lokales Auftreten im Bereich der „Geröllzone". Dieselbe fällt mit der Zone zwischen Mittleren Ngamischichten im Norden und den Chanseschichten im Süden zusammen, und gerade in dieser Zone hat man ja die Oberen Ngamischichten zu erwarten.

Nur einmal wurden letztere anstehend beobachtet (Fig. 15). Sie strichen nach 50° und fielen mit 15° nach S.O. ein, also konkordant mit den Mittleren Ngamischichten. Im allgemeinen sind sie jedoch von den Botletleschichten nicht zu trennen.

b) aus Botletleschichten. Dieselben setzen sich aus drei verschiedenen Gliedern zusammen:

α) Konglomerate in eingekieseltem Chalcedonsandstein. Die Gerölle stammen aus den Oberen Ngamischichten. Deshalb sind diese Konglomerate von jenen kaum zu trennen.

β) Chalcedonsandsteine, die unter Verlust der Gerölle aus den Konglomeraten hervorgehen. Es sind eingekieselte Sande oder Krystallsandsteine mit fingerdicken Röhren, wie auf der Ostseite des Buschmanntals.

γ) Verkieselte Kalksandsteine, im höchsten Niveau unter dem Kalahrikalk. Es sind außen mürbe, innen glasig glänzende, dichte Sandsteine, die in den Talfurchen der Geröllzone über dem Talboden auftreten (G. L. Nr. 243).

d) aus Kalaharikalk mit und ohne Konglomerate. Auf die Botletleschichten folgt der Kalaharikalk. Er besteht, wie überall auf der Südseite des Ngami, aus Rinden von hartem Sinterkalk. In z. T. mehrere Meter mächtigen Hauben überzieht er die Wellen. Der Kalk umschließt zahlreiche Gerölle, namentlich in seinen untersten Partien. Zum zweiten Mal seit ihrer ersten Ablagerung wurden die Rollstücke in Bewegung gesetzt. Das beweist das oft sehr reichliche Auftreten von abgerollten Stücken von Kalk-, Chalcedon- und Krystallsandstein der Botletleschichten unter den Geröllen im Kalaharikalk.

e) Kalaharisand mit Geröllagern. An sehr vielen Stellen wird

der Kalaharikalk von wohl 1 m mächtigen Geröllagern bedeckt, die zweifellos jünger als der Kalk sind. Auf der Grenze nach dem Kalaharisand hin bilden sie das Liegendste desselben. Außer Rollstücken der alten Schichten und der Botletlegesteine enthalten sie auch gut abgerollte Stücke von Sinterkalk und Kalkrinden. Nach Ablagerung des Kalaharikalks haben die alten Geröllmassen also teilweise eine dritte Umlagerung erfahren.

Diese aufgeführten Schichten setzen die Geröllzone in folgender Weise zusammen (Fig. 14).

Die Konglomerate der Oberen Ngamischichten bilden die Grundlage. Sie sind, wie erwähnt, nur an einer Stelle wirklich anstehend beobachtet worden mit Einfall ∢ 15° S.O. und nach ∢ 50° streichend. Die Lagerung ist also konkordant zu den Mittleren Ngamischichten. Gegen die Chanseschichten im Süden müssen sie verworfen sein, und zwar scheint die Kluft nach 50° zu streichen, parallel der Grenzlinie zwischen Chanseschichten und Geröllmassen.

Die Botletleschichten liegen über den Oberen Ngamischichten und verhüllen letztere fast ganz. Chalcedonsandsteine, Röhrensandsteine, Konglomerate treten bald hier, bald da unter den Kalaharischichten zutage, die verkieselten Kalksandsteine liegen im höchsten Niveau, und zwar mit Vorliebe an den Gehängen der Taleinschnitte innerhalb der Geröllzone, ohne erkennbare Lagerung.

Über jene beiden Formationen nun zieht sich der Kalaharikalk hin, und zwar bildet er Überzüge über den Gesteinskuppen. Sein Verhalten zu den Geröllagern ist verschiedenartig. Bald enthält er selbst Gerölle oder wird von denselben in dicker Schicht bedeckt, oder er liegt auf dem Gipfel der Rücken als Haube, während sich die Geröllzone am Abhang hinzieht. Die Lagerungsverhältnisse wechseln aber sehr. Man gewinnt den Eindruck, daß beide gleichzeitige Bildungen sind, die z. T. ineinander übergehen, bis schließlich in vielen Fällen die Gerölle über die Kalkmassen gewälzt wurden.

Auf der Grenze nach dem Kalaharisand hin tauchen Kalk und Geröllschichten unter den Sand, je nachdem eine oder beide Ablagerungen entwickelt sind.

Auf der Sohle der Talfurchen, die in das Buschmanntal münden, liegen rötliche und graue Sande mit Kiesgeröllen.

Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir annehmen, daß die Geröllmassen auf dem rechten Ufer des Buschmanntals, die die gleiche Lagerung haben, mit denen der Westseite einst zusammengehangen haben.

3) Die Zone der Chanseschichten folgt nach Süden hin mit einer Breite von ca. 1100 m. Sie besteht aus grauen und roten Grauwacken und Grauwackensandsteinen mit Einlagerungen grüner, kieseliger Schiefertone und schwarzer Kalksteine, wie im Kwebegebiet. In diese klastischen Gesteine sind Lager von Totingdiabasen eingeschaltet. Das Streichen aller dieser Schichten ist 30—35°, der Einfallswinkel 80° W.N.W.

Bemerkenswert ist es, daß die Diabase stets in Talfurchen liegen, die Grauwacken dagegen Rücken bilden (Fig. 14).

Die Chanseschichten werden von jüngeren Gesteinen überlagert; jedoch ist die Decke sehr lückenhaft. Einmal fanden sich hier Stücke von bläulichem verkieseltem Kalk, violettem und rotem Kalkstein der Ngamischichten, sowie verkieselten Rotsandstein (G. L. Nr. 118). Letzterer liegt — anstehend?! — über den Grauwacken nahe der Nordgrenze der letzteren. Es ist dieses das einzige Vorkommen dieser charakteristischen Gesteine außerhalb der Bucht von Rengaka. Untere und Obere Ngamischichten fehlen hier ganz.

Die Botletleschichten sind in großen Blöcken und kleineren Schollen von grünem und braunem Chalcedonsandstein vertreten. Über den Rücken formt der Kalaharikalk eine Haube und bildet in dem Liegendsten eine Breccie mit dem anstehenden Gestein. Diese Haube ist übrigens nirgends sehr mächtig. Geröllager fehlen ganz, nur in den Talfurchen liegen Kies- und Sandmassen.

Die Sedimente des Buschmanntals sind folgende. An der Oberfläche liegen graue und rötliche Sande, die z. T. kiesig sind, darunter aber ein harter sandiger Kalktuff bis knolliger Sinterkalk. Derselbe dürfte die Unterlage der Sande im ganzen Flußtal bilden.

Am Rande geht dieser Kalk oft in den Sinterkalk über, der die Hügel überzieht. Auf der linken Uferseite entwickelt sich nach dem Ausgang zu eine Kalkstufe, die bis mehrere Meter hoch wird und nach Westen hin in die Platte der älteren Sande übergeht. Auf der so entstehenden Kalkstufe sind zusammen mit Flußsanden Geröllmassen abgelagert worden, die aus den Geröllagern der Plateaufläche stammen. Diese Geröllablagerungen sind ganz sicher jünger als der Kalaharikalk, da sie viel abgerollte Sinterkalkstücke enthalten, und außerdem durch Wasserkraft von dem Plateau herabgeschwemmt worden. Aus dem Buschmanntal können sie kaum stammen, da solche Schottenlager in diesem Tal selbst nie beobachtet wurden.

Zwischen Ssepotes und Rengakas Kraal.

Zwischen der Bucht von Ssepotes und Rengakas Kraal liegt ein Küstenstrich, der nur wenig aufgeschlossen ist.

Der **Plateaurand** ist vollständig mit Sand überschüttet, das Gestein tritt nur in einzelnen, freilich oft recht zahlreichen Blöcken zutage, und zwar in erster Linie roter, brauner, gelber und grüner Mergelkalk bis Kalkmergel der Mittleren Ngamischichten. Mürbe grünliche Sandsteine, die hier und dort vorkommen, sind vielleicht Obere Ngamischichten. Darüber liegen aber Chalcedonsandsteine der Botletleschichten, grün, grau, braun und rot, oft von Röhren durchzogen. Der Kalaharikalk fehlt nirgends. In einem Erdferkelloch zeigte sich folgender Aufschluß.

Zu unterst liegt harter Sinterkalk in klobigen bankigen Massen mit unregelmäßiger Oberfläche. Der Kalk ist weiß und bildet eine Breccie mit mürbem grünlichem Sandstein, der vielleicht zu den Oberen Ngamischichten gehört. Über dem Kalk liegt der rote Sand, der eine sehr ungleichmäßige Mächtigkeit von 15—40 cm hat, indem er die Unebenheiten der Kalkoberfläche ausgleicht. Er beginnt über dem Kalk mit einer Schicht eckiger und abgerollter, bis pflaumengroßer Stücke von Chalcedonsandstein, und im Sand selbst sind erbsengroße Stücke desselben Sandsteins häufig.

Die Ebene am See scheint hauptsächlich aus Gesteinen der Unteren Ngamischichten zu bestehen. Dieselben treten sowohl an der Küste als auch innerhalb der beiden Lagunen auf, und zwar sind es die grobkörnigen bis konglomeratischen Grauwacken. Sie streichen an einer Stelle innerhalb der Lagune nach ca. 55° und fallen mit ∢ 15° nach S.O. ein. Auch wird das Vorhandensein der Unteren Ngamischichten durch viel groben Grus in den Ablagerungen der Lagunen bewiesen. Über ihre Lagerung kann man sonst nichts weiter sagen, da junge Schichten alles verdecken.

In der südlichen Lagune besteht der Boden zum Teil aus rotem sandigem Mergel, der durch Zerstörung der roten Mergelkalke hervorgegangen sein dürfte. Sonst ist der Lagunenboden wie gewöhnlich, grauer, etwas humoser, lehmiger Sand, der Lagunenwall und die Ufer dagegen loser weißer Sand. An dem Aufbau des Walles, der beide Lagunen trennt, beteiligen sich auch feste Gesteine, so an einer Stelle die grobkörnige Grauwacke der Unteren Ngamischichten, am Westende des Walles aber die Mittleren Ngamischichten. Hier findet man nun eine schöne **Horizontalflexion** der Mittleren Ngamischichten, die es verdient, näher betrachtet zu werden.

Der Lagunenwall nimmt an seinem Westende an Mächtigkeit zu und verwandelt sich unter Abnahme der Sandschicht in eine 6—7 m hohe Platte aus rotem und gelbem Mergelkalk. Derselbe streicht nach 55° und fällt mit ∢ 15°

nach S.O. ein. Verfolgt man nun die Mergelstufe nach W., so nimmt der Winkel der Streichrichtung konstant bis zu 140° zu. Man beschreibt also einen Bogen. Das Gestein steigt nur am Lagunenwall selbst 6—7 m hoch an, sonst überragen die Kalke kaum die Alluvialebene des Vorlandes.

Auf der Innenseite des Bogens, also im Liegenden der Schichten, herrschen braune, merglige Kalksteine mit breiten, spiegelnden Calcitflächen und häufig krystallinem Gefüge vor, auf der Außenseite dagegen rote und gelbbraune Mergel und Kalke. Interessant ist es nun zu beobachten, daß in dieser Zone, wo die Kalke starke Dehnung mit Spaltenbildung erfahren haben müssen, die Gesteine nicht nur z. T. sehr stark verkieselt und in grauen Chalcedon umgewandelt sind, sondern auch geradezu von einem Netz von Chalcedonadern, die z. T. deutlich auf den bei der Biegung entstandenen Radialspalten ausgeschieden worden sind, durchzogen werden.

Auf der Innenseite des Kalkbogens folgen alluviale Sande der Lagune, aus denen erst in einiger Entfernung an der Küste hellgraue und graubraune, z. T. glasige — d. h. wohl eingekieselte — Sandsteine der Unteren Ngamischichten zutage treten. Auf der Außenseite dagegen ist die alluviale Ebene mit Trümmern von Chalcedonsandsteinen, einer Breccie von schwarzem Chalcedon in Chalcedonsandstein, sowie Geröllen von Chansegrauwacke und sogar Totingdiabas bedeckt. Die Geröllmassen der Botletleschichten erreichen zuweilen Kopfgröße, nehmen aber nach W. hin an Zahl und Größe ab.

Sind die Verbindungen des Kalkbogens mit den angrenzenden Gesteinen des Hangenden und Liegenden auch nicht aufgeschlossen, so kann man aus den Beobachtungen doch schließen, daß erhebliche Störungen und Verschiebungen von anscheinend ganz unregelmäßiger Natur vorliegen müssen.

2) Die Rengakabucht.

Die Länge der Rengakabucht von dem Kalkbogen im Osten bis zum Kap Rengaka im Westen beträgt 5.6 km, die Breite 2—2.5 km. Auf der Westseite wird sie durch den weit nach N. vorspringenden Plateaurand abgeschlossen, auf der Ostseite ist die Begrenzung nicht scharf.

Der Plateaurand ist 15—20 m hoch und bildet meist eine ziemlich flach ansteigende Sandböschung. Die Ebene der Bucht wird durch zahlreiche Gesteinsschollen unterbrochen, deren Schichtenköpfe bis zu 3 m über die alluvialen Ablagerungen aufragen. Auf der Ostseite wird durch einen Sandwall eine kleine Lagune abgetrennt, in die ein Wasserriß mündet.

Die geologischen Verhältnisse in dieser Bucht sind außerordentlich kompliziert. Die Erdrinde ist hier in zahllose Schollen zerbrochen, die gegeneinander verschoben sind, von Diabasgängen durchbrochen und z. T. metamorphosiert wurden. Dazu kommt nun noch die sekundäre Veränderung durch Verkieselung, wodurch alte Gesteine einen jungen Habitus erhalten haben. So hat denn gerade diese kleine Bucht der Aufnahme ganz besonders große Schwierigkeiten entgegengesetzt.

Eine einfache Zusammensetzung hat der Plateaurand. Er besteht aus Chansegrauwacken mit einer Decke von Botletle- und Kalaharischichten. Dagegen beteiligen sich an dem Aufbau der Ebene Gesteine der Mittleren und Oberen Ngamischichten, Ngamidiabase und Botletleschichten.

A) Der Plateaurand.

a) Unter dem Sand des Abhangs treten Gesteine der Chanseschichten wiederholt zutage. Es sind graue und grünliche, mürbe, fein- bis mittelkörnige Grauwacken und Grauwackensandsteine mit reichlichen Chloritschüppchen (Nr. 15). Harte, dichte, rote Grauwacken und grüne Schiefertone kommen nur lokal vor. Eine große Masse der grünen chloritischen Grauwacke steht ungefähr in der Mitte,

südlich des Aufschlusses III an und bildet einen über hundert Meter breiten Streifen mit mehrere Meter hohen, glatt abgeschliffenen Buckeln. Das Gestein ist hier nicht gebankt, sondern in toto geflasert und streicht nach 60°.

Innerhalb der Grauwacken setzen mächtige Gänge von weißem, grobkörnigem Quarz auf, die an Mächtigkeit sehr schnell wechseln und sich lokal oft fast ganz auskeilen. Sie enthalten etwas Eisenglanz und Eisenhydroxyd.

b) Die Botletleschichten bestehen aus weißen, grauen, grünlichen und roten Sandsteinen, die teils glasig und hart, teils matt und mürb sind. Dazu kommen die brecciösen Chalcedonsandsteine. Folgende Typen lassen sich unterscheiden:

α) Eingekieselter Chalcedonsandstein; Verkittung lockeren Sandes durch Chalcedon. Diese Sandsteine sind rot bis hellgrau, glasig und liegen im allgemeinen in den tiefsten Partien (Nr. 232).

β) Kalksandstein, weiß bis rötlich, mürb, mit überreichlichem Kalkzement. Diese Sandsteine liegen in höherem Niveau und sind an dem Wasserriß am Südende der Lagune zu finden. Dort liegen sie (Nr. 233, 234) über rotem eingekieseltem Chalcedonsandstein (Nr. 232.)

γ) Verkieselte Kalksandsteine. Lokal sind die Kalksandsteine verkieselt, indem das Zement ganz oder teilweise durch Chalcedon ersetzt worden ist. Ein Handstück entpuppte sich als halbverkieselter und zugleich dolomitisierter Kalksandstein (Nr. 241). Er enthält auch verkieselte Brocken des roten Kalkmergels der Mittleren Ngamischichten.

δ) An derselben Stelle liegen auch brecciöse verkieselte Kalksandsteine, und zwar eine Breccie von rotem verkieseltem Mergelkalk (Nr. 90) oder grauem Kalkstein (Nr. 58) in dem genannten Sandstein.

c) Über den Botletleschichten lagert an dieser Lagune eine Haube von Kalaharikalk, der hier, wie überall, zu unterst reichlich Stücke des liegenden Gesteins enthält und eine Breccie bildet. Auf dem Plateau ist der Kalk nur hier und dort durch Schollen im Kalaharisand nachweisbar.

d) Der Kalaharisand bedeckt zum weitaus größten Teil den Abhang. Am Fuß desselben geht er in einen grauen Sand über, der z. T. sicher lediglich herabgewehter Kalaharisand, z. T. aber auch den Abhang heraufgeblasener Seesand ist.

Auf dem Vorsprung, der im Kap Rengaka ausläuft, fehlt der Kalaharikalk. Statt seiner liegt zwischen dem Kalaharisand und den Botletleschichten eine Schotterschicht oder besser gesagt, der Kalaharisand beginnt mit einer solchen Schicht. Die Gerölle sind vorzüglich abgeschliffen und bestehen aus weißem Quarz und verschiedenen Grauwacken und Sandsteinen der Ngami- und Botletleschichten. Ihre Mächtigkeit war nicht genau zu bestimmen. Denn die Aufschlüsse sind sehr schlecht, weil sich der Kalaharisand mit heraufgewehtem Seesand mischt und den ganzen Abhang bedeckt.

Unter dem Kalaharisand und dem Schotterlager liegen Botletleschichten, und zwar eine bestimmte Faziesbildung derselben, die Rengakaschichten. Dieselben sollen aber erst später besprochen werden.

B) Die Ebene der Bucht.

Wie erwähnt, besteht die Ebene der Bucht aus einer alluvialen Fläche, aus der das Gestein lokal in Form kleiner Klippen, ausgedehnter zusammenhängender Schollen oder loser Trümmer emporragt.

Die Alluvien sind recht verschiedenartig zusammengesetzt. Der Seeboden ist, wie überall, ein schwärzlicher, an Asche reicher Schlamm und ist mit dichtem Schilf bedeckt. Dieser Schlammboden verwandelt sich nach dem Lande zu allmählich in einen an Asche und feinen Schlammpartikeln reichen,

schwärzlichen, lockeren Sand, der, je weiter von der Küste entfernt, um so mehr ein grauer Flußsand wird. Wo dieser Sand die Plateaugehänge hinaufgeblasen worden ist, ist er weiß, weil arm an staubigen Asche- und Schlammpartikeln. In den zentralen Teilen der Bucht findet man einen bräunlichen, harten, sandigen „Tonboden", der mit losen Trümmern, namentlich von schwärzlichem Chalcedon und Chalcedonsandstein bedeckt ist. Er hat eine Tiefe von 1/4—1 m. Leider habe ich diesem „Tonboden" keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt und auch keine Proben gesammelt. Später, als ich den „Salzpelit" der Pfanne von Ntschokutsa kennen lernte, fiel mir der „Ton" in der Rengakabucht wieder ein. Er hat äußerlich, der Konsistenz nach, Ähnlichkeit mit jenem „Salzpelit" und vielleicht auch eine ähnliche petrographische Beschaffenheit und Entstehungsweise.

Die Gesteinsschollen werden der Hauptsache nach aus Ngamischichten zusammengesetzt.

Die Untere Abteilung spielt hier keine Rolle. Nur einmal wurden lose Stücke der charakteristischen, grobkörnigen Grauwacke im westlichen Teil der Bucht gefunden, niemals aber anstehendes Gestein.

Dagegen sind die Mittleren Ngamischichten in reichstem Maße und in verschiedenartigster Ausbildung vertreten. Krystalline, dichte und mergelige Kalksteine gehen über in sandige Kalksteine, Kalksandsteine und reine Sandsteine. Kontaktmetamorphose hat diese Gesteine teilweise verändert und unter anderem Granatkalksteine geschaffen. Sekundäre Verkieselung hat aber einen großen Teil der ursprünglichen und kontaktmetamorphen Gesteine so total verändert, daß man ihre wahre Natur nur durch mikroskopische Untersuchung der ganzen Umwandlungsreihen erkennen kann. Doch nicht genug damit. Trümmer und lockerer, z. T. durcheinander gemengter Schutt dieser alten Gesteine sind durch junge Prozesse von neuem verkittet worden, und zwar zu Gesteinen, die mit solchen der Botletleschichten die größte Ähnlichkeit haben und zu den „Übergangsgesteinen" gehören. Besonders die Rotsandsteine und roten Mergelkalke sind in solche „brecciösen Gesteine" umgewandelt worden.

Die Oberen Ngamischichten sind hauptsächlich durch zwei Glieder vertreten. Zu unterst liegen graue und grünliche, z. T. Epidotkörner enthaltende, kieselige, aber äußerlich mürbe Grauwacken, die mächtige, gebankte Schichtensysteme bilden. Lokal gehen sie in Konglomerate über, indem sie gut abgerollte, bis über kopfgroße Stücke von Quarzporphyr, Chausegrauwacke, Quarz und von roten Kalksteinen und Rotsandsteinen der Mittleren Ngamischichten aufnehmen. Dadurch wird das Altersverhältnis dieser Gesteine festgestellt. Über diesen mürben Grauwacken liegen harte, dichte, splitterig brechende Grauwacken von rötlicher Farbe. Sie werden niemals konglomeratisch.

Auch die Oberen Ngamischichten sind teilweise stark eingekieselt und bilden auch Übergangsgesteine, die als verkieselter Schutt aufzufassen sind.

Bezüglich der Diabase, die die Schollen der Ngamischichten trennen, ist nichts besonders zu bemerken und kann daher auf das petrographische Kapitel verwiesen werden.

Über die ganze Bucht hin verbreitet sind Trümmer der Botletleschichten. Es sind eingekieselte und verkieselte Chalcedonsandsteine von grüner, grauer, roter, weißer Farbe. Ganz außerordentlich verbreitet sind vor allem Breccien von Chalcedon in Chalcedonsandstein, und zwar von schwarzem und grauem bis gelblichem Chalcedon. Solche Chalcedonstücke liegen überall in großen Massen auf der Alluvialfläche lose umher und sind durch Zerstörung der breccciösen Chalcedonsandsteine hervorgegangen. Im Schichtenverband mit den anderen Gesteinen der Botletleschichten nehmen sie, wie es an einer Stelle der Rengakabucht der Fall ist und auch an anderen Stellen der Südseite des Ngami zu beobachten war, stets die obersten Lagen ein.

Diese verschiedenartigen Gesteine und Schichten setzen nun die Schollen in der Rongakabucht zusammen. Es würde natürlich viel zu weit führen, alle einzelnen Vorkommen eingehend darzustellen. Um aber einen Begriff von dem komplizierten Bau der Bucht zu bekommen, seien doch hier an der Hand von Profilen die größten und wichtigsten Schollen kurz beschrieben. Sie sind auf der Karte numeriert worden, so daß der Leser sich örtlich leicht zurechtfinden wird.

Vom Südrande her springen zwei flache Tafeln von Botletleschichten in die Bucht hinein vor. Dieselben bestehen aus eingekieselten Sandsteinen und Chalcedonbreccien. Besonders die westliche Tafel enthält solche Breccien in reichlicher Menge (Nr. 194, 195). Die Mächtigkeit der Tafeln dürfte wohl kaum 2 m überschreiten, und sie schieben sich über die Schollen der alten Gesteine hinweg. Ziehen wir nun von den nördlichen Spitzen dieser Platten Linien nach den nächsten Stellen des Ufers, so wird die Bucht in einen östlichen, mittleren und westlichen Teil zerlegt. In dem östlichen Teil der Bucht liegen hauptsächlich zwei große Schollenmassen 1 und 2. Nr. 2a ist der östlichste Ausläufer von 2.

Schollenmasse 1 (Blatt 12, Fig. 16). Den Kern dieser Masse bildet eine Serie (b) von mürben Grauwacken der Oberen Ngamischichten (Nr. 153, 163, 164), in die drei gewaltige Bänke von Konglomerat nebst kleineren (c) eingelagert sind. Diese Konglomeratbänke (Nr. 139, 143) bestehen aus bis über kopfgroßen Geröllen von Quarzporphyr, Quarz, Chansegrauwacke, Kalksteinen und Rotsandsteinen und stehen über 3 m hoch über der Alluvialebene an. Sie streichen nach 70—75° und fallen mit ∢ 15—20° nach Süden hin ein. Diese Konglomerate und Grauwacken sind zum großen Teil sekundär derartig mit Chalcedonlösungen durchtränkt worden, daß sie glasig glänzendes Zement haben und im Schliff jungen Botletleschichten anzugehören scheinen (Nr. 126, 140, 141, 142).

Südlich, also im Hangenden der Aufschlüsse, folgt eine Zone von splitterig brechenden dichten roten Grauwacken (Nr. 170, 174), deren Lagerung nicht aufgeschlossen ist. Auf der Nordseite dagegen befinden sich Gesteine der Mittleren Ngamischichten, deren Lagerung zwar nicht zu beobachten ist, die aber entsprechend anderen Vorkommen konkordant mit der der Oberen Ngamischichten sein dürfte. Das Streichen der Zonen ist dasselbe, also dürfte der Einfallswinkel auch der gleiche sein.

Am Fuß der nördlichsten Konglomeratwelle liegen Massen von Rotsandsteinschutt (d), die durch Chalcedonsandstein zu einer Breccie verkittet worden sind (Nr. 120, 121, 122, 126). Auf sie folgt eine Zone von granathaltigem kontaktmetamorphem Kalkstein (e), der jedoch total verkieselt worden ist (Nr. 103, 104), sowie total verkieselter sandiger Kalkstein (f) (Nr. 125) ohne Kontaktmetamorphose. Stücke feinkörniger roter Sandsteine schließen die Mittleren Ngamischichten ab.

Noch weiter nördlich liegt wieder eine Zone von Gesteinen der Oberen Ngamischichten, mürbe, graue und grünliche Grauwacken (g), die indes auch total eingekieselt sind und ein glänzendes Chalcedonzement erhalten haben (Nr. 157).

Östlich der Scholle liegen feinkörnige Ngamidiabase, die möglicherweise die Kontaktmetamorphose auf die Kalksteine ausgeübt haben. Eine direkte Berührung beider Gesteine war nicht aufgeschlossen. Es wurde freilich nicht nach ihr gesucht, da ich die Natur der verkieselten Granatkalksteine nicht kannte.

Südlich der Scholle I ist eine ausgedehnte Fläche mit Gesteinen der Mittleren Ngamischichten (a in Fig. 16) bedeckt, und zwar sowohl Kalksteine (Nr. 46) wie rote feinkörnige Sandsteine und deren Übergänge. Auch verkieselte Kalksteine kommen vor (Nr. 55). Diese Zone streicht parallel der der Konglomerate und an den wenigen Stellen, wo die Kalksteine anstehen, haben sie auch die gleiche Lagerung (Str. 70—75°, ∢ 15—20° S.).

Schließlich sei noch erwähnt, daß westlich der Scholle I Grauwacken und Konglomerate der Oberen Stufe in vierfacher Klippenreihe anstehen mit einem Streichen nach ca. 50° (Ia). Der Einfallswinkel ist anscheinend nahezu 90° (Nr. 144, 167). Diese Gesteinsmassen sind derartig von Chalcedon durchtränkt und verkittet, daß man sie für Botletleschichten halten könnte.

Trümmer von Chalcedonsandsteinen bedecken die Ebene zwischen der Scholle I und II, daneben treten hier und dort Grauwacken der Oberen Ngamischichten auf oder ein hellroter Boden verrät die Nähe der roten Kalke und Sandsteine der Mittleren Stufe.

Die Scholle II können wir schnell erledigen. Sie besteht aus einer nördlichen und einer südlichen Partie. Erstere wird von Gesteinen der Oberen Ngamischichten gebildet, grauen und grünlichen mürben, sowie roten dichten kieseligen Grauwacken, die hier und dort in Bänken anstehen. Sie streichen nach 50° und fallen mit ∢ 15—20° nach S.O. ein. Teilweise entwickeln sich in den mürben Grauwacken Konglomerate, und zwar hauptsächlich von Quarzgeröllen. Daneben kommt brauner Mergelkalk und Rotsandstein vor. Konglomerate und Grauwacken sind z. T. stark eingekieselt und gleichen dann vollständig denen der Oberen Ngamischichten westlich des Buschmanntals. Die Konglomerate streichen mit mächtigen Bänken nach Osten hin über die Schollenmasse hinaus bis zu der Stelle IIa, wo sie in langen Klippen aus dem Alluvium herausragen (Nr. 146, 162).

Die südliche Partie wird von einem großen Trümmerfelde von Ngamidiabas (Nr. 179) eingenommen, der auch in langen Gängen, die nach 50° streichen, ansteht. Dazwischen treten Grauwacken der Oberen Ngamischichten auf, jedoch sind die Aufschlüsse so schlecht, daß man über die Ausdehnung und Lagerung jener Gesteine innerhalb der Diabase nichts sagen kann. Entweder bilden die Diabase lange Gänge in den Grauwacken, oder letztere sind in kleine Schollen zerbrochen worden.

Sandsteine und Kalke der Mittleren Stufe sind lokal, namentlich auf der Grenze gegen die mittlere Bucht vorhanden, indes nur als Trümmer oder als sehr kurze Aufschlüsse.

Die Mittlere Partie der Bucht besteht aus einer größeren und vielen kleineren Schollen, die z. T. nur geringe Ausdehnung haben, jedoch sehr interessante Verhältnisse aufweisen.

Die Schollenmasse III (Fig. 17) setzt sich aus 5 Schollen Mittlerer und Oberer Ngamischichten zusammen, die von 2 Diabasgängen durchbrochen werden. Die Schollen streichen nach 50°, die Schichten fallen mit ∢ 15—20° nach S.O. ein. Einen komplizierten Bau hat die südlichste Scholle. Dieselbe zerfällt in drei Zonen (Fig. 18). a) ist eine Zone von Gesteinen der Mittleren Ngamischichten, c) ein Diabasgang und b) ist kompliziert zusammengesetzt. Zunächst durchsetzt der Diabasgang, der lokal verkieselt ist (Nr. 193), diese Zone und streicht einmal zwischen ihr und den Chansegrauwacken, sodann aber auch zwischen ihr und der Zone a). An der Stelle, wo der Diabasgang die Zone b) kreuzt, besteht sie zum Teil (b^1) aus einem Konglomerat von Chansegrauwacken und Quarzstücken teils in eingekieseltem Sandstein (Nr. 147, 148), teils aber auch in total verkieseltem Kalksandstein (Nr. 149). Letzterer ist am Diabas unter Bildung von Eisenglanz kontaktmetamorph verändert worden (Nr. 150, 151). Später ist dann die vollständige Verkieselung eingetreten. Der Streif b^2) ist nicht aufgeschlossen, besteht aber nordöstlich vom Diabas aus roter Chansegrauwacke mit einer dünnen Auflagerung von rotem krystallinem Ngamikalk. Südwestlich vom Diabas ist anfangs noch kontaktmetamorphes Konglomerat aufgeschlossen, das unter Verlust der Quarzgerölle in schwarzen, kontaktmetamorphen verkieselten Kalksandstein übergeht. Dann aber tauchen aus dem verhüllenden Alluvium nur noch hier und dort Schollen verschiedener Gesteine auf. So liegen z. B. in der Verlängerung der Kalksandsteine die braunen Chalcedon-

platten Nr. 138, die *Kalkowsky* dem mikroskopischen Befund nach für einen chalcedonisierten Calcitgang halten möchte. In der Zone b) liegen auch kleine Schollen verschiedenartiger Gesteine, wie sie in Fig. 19 dargestellt sind.

Man gewinnt den Eindruck, daß diese Zone eine mit eingeklemmten Trümmern und Schollen angefüllte Kluft zwischen den Ngami- und Chanseschichten ist und daher einen unentwirrbaren Bau hat. Die aus verkieselten Grauwacken und Kalksandsteinen bestehenden Konglomeratbänke (Nr. 147—151) zwischen Chanse und Mittleren Ngamischichten machen aber den Eindruck einer Kluftausfüllung, vielleicht Reibungsbreccie, die teils kontaktmetamorph, teils hydatometamorph verändert worden ist. Sie haben nicht den Habitus von Gesteinen der Mittleren oder Oberen Ngamischichten.

Die Zone a) weist in petrographischer Hinsicht sehr interessante Verhältnisse auf. Wir haben nämlich hier alle Übergänge von krystallinem Kalk zu feinkörnigem Sandstein. Dazu kommt am Diabas die Ausbildung von kontaktmetamorphem Granatkalkstein. Alle diese Gesteinsarten haben aber wiederum eine sekundäre Umwandlung durch Verkieselung erlitten.

Folgende Gesteinstypen sind hier auf engem Raum zusammengedrängt:

Text zu Fig. 17:

a) Mittlere Ngamischichten.
 a[1]) Feinkörniger Sandstein, weiß, grau und rot.
 a[2]) Roter krystalliner Kalk.
 b[1]) Grauwackenkonglomerat in Kalksandstein.
b) Obere Ngamischichten.
 Grobkörnige Grauwacken und Grauwackensandsteine nebst Konglomeraten.
c) Ngamidiabas.
d) Chanseschichten.
e) Quarzgang.
f) Flußsand.
g) Kalaharisand.

Text zu Fig. 19:

a) Feinkörnige rote Sandsteine und Kalke.
b) Blaßrosa gefärbte mürbe Sandsteine.
c) Blöcke von Chansegrauwacke.
d) Graugrüne mürbe grobkörnige Sandsteine.
e) Sehr feinkörnige graubraune und weiße Sandsteine.
f) Harter roter kieseliger Grauwackensandstein.
g) Diabasgang.
h) Chanseschichten.

Aus der Zone b) stammen folgende Proben:

1) Nr. 63. Grob- und feinkrystalliner, roter und weißer Kalk, Ostende der Zone b).
2) Nr. 72. Stark verkieselter mergliger Kalkstein.
3) Nr. 71. Stark verkieselter mergliger Kalkstein.
4) Nr. 47. Kalkstein, grau mit Sandschnüren.
5) Nr. 98. Grauer kontaktmetamorpher Granatkalkstein.
6) Nr. 99. Grauer kontaktmetamorpher Granatkalkstein, teilweise verkieselt.
7) Nr. 111. Feinkörniger roter Kalksandstein (Typus Rotsandstein) mit spiegelnden Calcitflächen. Keine Verkieselung.
8) Nr. 132. Rotbrauner verkieselter Sandstein (Rotsandstein).
9) Nr. 114. Rotbrauner verkieselter Sandstein (Rotsandstein) mit blauen Chalcedondrusen.
10) Nr. 115. Völlig verkieselter roter Sandstein (Rotsandstein).

11) Nr. 129. Weißer feinkörniger Sandstein (Rotsandstein), verkieselt.
12) Nr. 133. Grauer feinkörniger verkieselter Sandstein (Rotsandstein).
13) Nr. 107. Roter mürber feinkörniger Sandstein.

Alle diese verschiedenen Kalk- und Sandsteinarten sind durch Übergänge miteinander verbunden und setzen die Zone b) zusammen.

Auch da, wo Sandsteine allein die Mittleren Ngamischichten zusammensetzen, wechselt der petrographische Habitus fortwährend. So zeigt die Scholle IV folgende Verhältnisse:

N.W. Diabasgang I Str. 50°, ca. 40 m breit.
Feinkörniger, roter Sandstein, 10 m breit.
Diabasgang II, 5 m breit.
Grauer und weißer feinkörniger Sandstein, 12 m.
Roter feinkörniger Sandstein, 3—4 m.
Grauer und weißer feinkörniger Sandstein, 14 m.
Graubrauner feinkörniger Sandstein, 18—20 m.
Grauer und weißer feinkörniger Sandstein, 20 m.
Roter verkieselter harter Sandstein, 14—15 m.
S.O. Diabasgang III.

Die Sandsteine streichen alle nach 50°, fallen mit ∢ 15—20° nach S.O. ein. Die Entfernung zwischen dem Diabasgang II und III beträgt 85 m. Die Mächtigkeit der Sandsteine ist also rund 30 m.

Scholle V ist eine Rotsandsteinmasse, die nach 35° streicht und auf der Nordwest- und Nordseite vom Diabas begrenzt wird. Hier ist der ursprünglich rote feinkörnige Kalksandstein (Nr. 112, 116) am Diabas metamorphosiert worden, unter Ausbildung von Eisenglanz (Nr. 135) und Granaten (Nr. 134). An der Nordecke tritt auch grauer feinkörniger Sandstein zutage, der gleichfalls metamorphosiert worden ist (Nr. 136). Alle diese Kalksandsteine sind verkiesolt wordon, und zwar, wie die mikroskopische Untersuchung gezeigt hat, nach der Kontaktmetamorphose.

Interessante Verhältnisse zeigt Scholle VI (Fig. 20).

Auf eine Zone grobkörniger Sandsteine der Oberen Ngamischichten (a) folgt eine von Diabasen (b) durchbrochene Trümmerzone roter feinkörniger Sandsteine (c). Dann erst kommt die geschlossene Scholle Mittlerer Ngamischichten, und zwar aufeinanderfolgend: feinkörnige rote — grauweiße — graubraune und „dichte rote Sandsteine". Diese Scholle wird im Süden und Osten von Diabas begrenzt. Die „dichten roten Sandsteine" am Diabas entpuppten sich unter dem Mikroskop als total verkieselte kontaktmetamorphe Granatkalksteine (Nr. 100). Von dem feinkörnigen weißen Sandstein o) (Typus Rotsandstein) ist Nr. 128 entnommen. Die Schichten streichen alle nach 50° und fallen mit ∢ 15—20° nach S.O. ein.

Über diesen Schichten nun liegen diskordant Chalcedonsandsteine (h) mit gelbem Zement und eckigen Bruchstücken von Grauwacken, roten Sandsteinen und dem kontaktmetamorphen, an Chalcedondrusen reichem Granatkalkstein. Sie bilden 10—20 cm dicke Platten, die durch ihre tiefbraune Farbe, ihre zerfressene, löcherige Oberfläche und ihre große Härte auffallen. Die Untersuchungen an Ort und Stelle konnten kaum eine andere Erklärung zulassen, als daß es sich um ein Konglomerat der Oberen Ngamischichten handelte, das über die Mittlere Stufe geschoben sei. Freilich erschien mir dieser Erklärungsversuch durch „Überschiebung" bereits bei der Untersuchung an Ort und Stelle doch recht zweifelhaft, und ich setzte in meinem Tagebuch hinter die betreffende Notiz ein Fragezeichen. Aber ich wußte nichts Besseres an die Stelle zu setzen. Die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung Prof. *Kalkowskys* zwingen uns jetzt zu einer ganz anderen Auffassung. Die Platten sind ein ursprünglich lockerer alter Schutt aus liegenden und benachbarten Gesteinen, der

auf der jetzigen Scholle lag und durch Chalcedon sekundär verkittet wurde, gerade so wie Nr. 154—156. Eine solche Auffassung erklärt auf die einfachste Weise die Auflagerung des brecciösen Chalcedonsandsteins als dünne Decke über den Schichtenköpfen des anstehenden Gesteins. Leider habe ich von dieser Lokalität kein Handstück.

Nördlich der Scholle VI treten zahlreiche kleinere Aufschlüsse von rotem und grauem feinkörnigem Sandstein, sandigem Kalkstein und krystallinem Kalk auf, die alle ineinander übergehen.

Ähnliche Verhältnisse zeigt Aufschluß VII. Nördlich eines 16 m breiten Diabasganges liegt eine Partie flach gelagerter Konglomerate von Quarz und Grauwacken in Chalcedonsandstein. Dieselben bilden anscheinend eine Decke über den nach Norden hin folgenden feinkörnigen Sandsteinen (M. Ng.) und grobkörnigen bis konglomeratischen mürben Grauwacken (Ob. Ng.). Die letzteren bilden vier einzelne Schollen. Diabas und Ngamischichten streichen nach 50°, letztere mit ∢ 15—20° S.O., das Konglomerat in Chalcedonsandstein bildet dagegen eine dünne Decke. Der gesamte Aufschluß ist ca. 100 m lang. Nördlich von ihm liegen vereinzelte Kalksteinblöcke der Mittleren Ngamischichten.

Nur diese Aufschlüsse in der Mittleren Zone der Bucht sind erwähnenswert. Sonst tritt das Grundgestein zwar noch an zahlreichen anderen Stellen zutage, allein nur in kleinen Schollen. Diabasgänge, die nach 50° streichen, und kleine Diabasapophysen sind nicht selten. Chalcedonsandsteine der Botletleschichten sind allenthalben als eckige Blöcke über die Ebene hin verstreut, ebenso Brocken anderer älterer Gesteine.

In dem westlichen Abschnitt der Bucht beherrscht die Schollenmasse VIII das ganze Bild. Gegen diese treten die andern durchaus zurück.

Aufschluß VIII (Nebenkarte auf Blatt 4 und Blatt 12, Fig. 21 und 22) hat einen sehr komplizierten Bau. Tatsächlich finden soviel lokale Störungen statt, daß man sie im einzelnen nicht verfolgen kann, im großen ganzen lassen sich aber drei Schollensysteme unterscheiden.

System 1 besteht hauptsächlich aus grauen und grünlichen kieseligen Grauwacken der Oberen Ngamischichten. Dieselben gehen lokal in Konglomerate von großen abgerollten Blöcken von Quarz, Quarzporphyr, Chansegrauwacke und Sandsteinen und Kalken der Oberen Ngamischichten über. In den oberen Partien findet man rote dichte splitterig brechende kieselige Grauwacke (Nr. 168). In der Ebene nördlich des Aufschlusses liegen, schlecht aufgeschlossen, Rotsandsteine der Mittleren Gruppe, die wohl konkordant unter den Grauwacken lagern. Eine Diabasmasse trennt diese Scholle von dem System 2. Dasselbe zerfällt deutlich in die liegenden Mittleren und hangenden Oberen Ngamischichten. Erstere haben eine sehr komplizierte petrographische Zusammensetzung aus feinkörnigen weißen, roten und tief braunrot gefärbten Kalksandsteinen, die in sandige Kalksteine und krystalline Kalke übergehen. Verkieselung hat diese Gesteine aber gründlich verändert (Nr. 117). Sie werden durch Diabasmassen in einzelne Schollen zerlegt. Im allgemeinen streichen diese nach 80° und fallen mit ∢ 15° nach S. ein. Die Kalksteine innerhalb der Diabaszone sind z. T. in kontaktmetamorphen Granatkalkstein umgewandelt worden (Nr. 102). Der Wall 1 besteht aus feinkörnigem weißem und rotem verkieselten Kalksandstein (Nr. 113), Wall 2 dagegen aus feinkörnigem grauem Sandstein (Nr. 173) und vielleicht aus Grauwacken der Oberen Ngamischichten (Nr. 156), die dann durch Verwerfung von den im Süden folgenden Rotsandsteinen und Kalk getrennt sein würden. (Vergl. S. 171, Zeile 17 ff.)

Die Oberen Ngamischichten bilden 5 Wälle, die alle aus Grauwacken der Oberen Ngamischichten bestehen und durch Alluvialflächen von einander getrennt werden. Eine neue Diabasmasse, in der eine Insel roter dichter splitterig brechender Grauwacken der Oberen Stufen (Nr. 169, 171, 172) liegt, schließt das System 2 ab.

Westlich liegen Schollen von grobkörnigen Grauwacken (wohl Obere Stufe), die auch nach 80° streichen, aber nicht mit System 2 zusammenhängen dürften.

Das System 3 des Aufschlusses VIII besteht auch aus zwei Schollen von dickbankigen Grauwacken der Oberen und liegenden Sand- und Kalksteinen der Mittleren Ngamischichten. Das System beginnt mit roten feinkörnigen Sandsteinen, die in merglige Kalke übergehen (Nr. 68) und als flache Wälle oder in losen Blöcken aus dem Alluvium aufragen. Von besonderem Interesse ist ein kontaktmetamorpher verkieselter Granatkalkstein (Nr. 101). Derselbe bildet über 1 m mächtige kompakte Bänke, die schwarzbraune zerfressene löcherige Oberflächen haben. Die weißen harten verkieselten Kalke gehen in grünen und bräunlichen verkieselten Kalksandstein über.

In vielen Fällen dürften aber lose oder zerklüftete Blöcke in situ sekundär durch Kalksandstein verkittet worden sein, der dann später noch verkieselte.

Einen Kontakt zwischen dem seiner Natur nach mir damals unbekannten Granatkalkstein und Diabas habe ich bei den Aufnahmen nicht notiert.

Dieser Kalkstein bildet eine hohe Stufe an einem Vorsprung der Grauwackenmassen der Oberen Ngamischichten. Dieselben bestehen aus mürben, aber doch kieseligen alten Grauwacken (Nr. 159), die z. T. sehr löcherig und porös sind (Nr. 161). Sie sind durch Viridit grünlich gefärbt und stehen in mächtigen Bänken an.

Dann folgt eine Zone feinkörniger grauer bis roter Sandsteine vom Typus Rotsandstein, dann wieder Obere Grauwacken.

Anscheinend ist das System 3 also aus zwei Schollen zusammengesetzt, einer nördlichen und einer südlichen, die vielleicht nicht durch eine Verwerfungs-, sondern Überschiebungsfläche getrennt werden.

Das Streichen des Systems 3 verläuft nach 80°, die Schichten fallen mit ∢ 15—20° nach S. ein. Ein Diabasgang schließt das System und damit den Aufschluß VIII ab. Bis zu der Tafel der Botletleschichten folgen dann noch grobkörnige graue und grünliche Sandsteine, die wahrscheinlich Obere Ngamischichten sind, und rote Sand- und Kalksteine. Sie stehen z. T. in langen schmalen Wällen an, die parallel dem großen Aufschluß nach 80° streichen. Trümmer von Chalcedonsandstein und schließlich die anstehende Tafel verdecken aber bald alles Grundgestein.

Der Aufbau dieses Aufschlusses VIII ist nicht nur recht kompliziert, es verschleiern auch mancherlei Faziesbildungen die Zusammengehörigkeit der einzelnen Glieder der Mittleren Ngamischichten. Trotzdem war eine Erkenntnis der allgemeinen Lagerungsverhältnisse durch Aufnahmen im Felde recht gut möglich. Unmöglich war es aber, die sekundäre Einwirkung der Verkieselung zu erkennen, durch welche ein kontinuierlicher Übergang zwischen den verschiedenartigsten Gesteinen geschaffen wurde, so daß ich tatsächlich keine klare Vorstellung über den Charakter einzelner Gesteine und ihren gegenseitigen Verband erhalten konnte. Erst die gründlichen vergleichenden mikroskopischen Untersuchungen Professor *Kalkowskys* haben, wie wiederholt betont wurde, Licht gebracht. Kann man auch nicht in jedem einzelnen Fall nachträglich mit Sicherheit sagen, daß der und der Befund so und so zu deuten ist, so kann über den allgemeinen Charakter der sekundären Veränderung kein Zweifel bestehen. Folgende durch Verkieselung und Einkieselung bewirkten Veränderungen sind mit Sicherheit zu deuten:

1) Alle zum Typus Rotsandstein gehörigen, weißen wie roten Kalksandsteine sind verkieselt worden.

2) Verkieselt sind auch die kontaktmetamorphen Granatkalksteine.

3) Eingekieselt und verkieselt sind rote feinkörnige Sandsteine der Mittleren Ngamischichten (Nr. 113).

4) Die Rotsandsteine und roten Mergelkalke sind aber nicht nur verkieselt, sondern ihr Schutt ist auch mit Sand erfüllt worden, der nachträglich einkieselte.

5) Dazu kommen nun aber noch Schichten von verkittetem gemischtem Schutt (o in Fig. 21). An Stellen, wo Mittlere und Obere Ngamischichten zusammenstoßen, liegen am Fuß der letzteren, deren Grauwackenbänke hoch aufragende Massen bilden, Gesteine, die aus einem eckigen grob- bis feinkörnigen Grus von Gesteinen beider Schichtensysteme bestehen und von Chalcedon und Chalcedonsandstein verkittet worden sind. Weil der Chalcedon in denselben sehr häufig makroskopische Drusen bildet, nannte ich diese Gesteine „Flintdrusengesteine". Zu denselben stellte ich auch die verkieselten Granatkalksteine. Über ihre Natur kam ich nicht ins klare, und weil sie stets auf der Grenze der oberen und unteren Abteilung lagen und aus Gesteinen beider sich zusammensetzten, schienen sie einen kontinuierlichen Übergang zwischen beiden zu vermitteln (Nr. 154—156). Sie erreichen im allgemeinen bis einen Fuß Mächtigkeit. Ich dachte an Überschiebungen mit Bildung einer Reibungsbreccie, konnte mich aber doch nicht zu einer solchen Annahme entschließen. Die Auffassung, daß es sich um verkitteten gemischten Grus handelt, beseitigt dagegen alle Schwierigkeiten. (Vergl. S. 168.)

Die Unterscheidung des verkitteten gemischten Schuttes von den anderen Gesteinen ist nicht leicht, ja makroskopisch oft unmöglich, weil auch die anstehenden Gesteine häufig derart von Chalcedon durchtränkt worden sind, daß sich Chalcedondrusen auf Hohlräumen gebildet haben. In einzelnen Fällen beweist aber doch die Lagerung, daß es sich nicht um anstehendes Gestein, sondern um verkitteten Schutt handelt.

Um nun überhaupt ein Bild zu geben, wie mannigfaltig die Aufeinanderfolge der verschiedenen Gesteinsarten ist, gebe ich folgende Spezialprofile:

Profil durch das System 1.

a) In der Ebene feinkörnige Rotsandsteine (M. Ng.), d. h. verkieselte Kalksandsteine, lokal als Breccie in Chalcedonsandstein.

b) Rote grobkörnige, eingekieselte Grauwacken mit Chalcedondrusen, teilweise als Konglomerat mit Quarzporphyr, Quarz, Chansegrauwacke und Rotsandstein (M. Ng.). Habitus der Botletleschichten. Sie gehen über ohne Grenze

c) in Bänke von roten kieseligen Grauwacken ohne Drusen, ebenfalls lokal konglomeratisch.

d) Graugrüne mürbe kieselige Grauwacken, mittel- bis grobkörnig, gehen lokal über in mächtige Bänke von

e) Konglomeraten aus Quarzporphyr, Quarz, Chansegrauwacke, durchtränkt von Chalcedon und voller Chalcedondrusen. d) und e) machen die Hauptmasse der Scholle aus. Zwischen den mächtigen Bänken dieser Grauwacken liegen nun aber Platten von zerfressenen, außen schwarzbraunen Grauwacken mit Bruchstücken von Grauwacken und Rotsandstein in feinem Grus und Sand, verkittet durch überreichliches Chalcedonzement und voller Chalcedondrusen. In Fig. 22 ist die Auflagerung dieser „Flintdrusengesteine" auf den Oberen Ngamischichten deutlich erkennbar. Die Auffassung, daß es alter Schutt ist, paßt ebenso gut zu solcher Lagerung wie zu dem petrographischen Charakter.

f) Harte dichte, splitterig brechende rote Grauwacken (Nr. 168), z. T. auch mit Chalcedondrusen.

Diabas schließt diese Scholle ab.

Profil durch das System 2.

Auf den Diabas folgen südlich Schollen Mittlerer Ngamischichten mit ganz außerordentlich komplizierten petrographischen Verhältnissen.

a) Graubrauner bis weißer feinkörniger Sandstein zusammen mit Platten eines zerfressenen breccIösen Chalcedondrusengesteins, nämlich von mittelkörnigem

Grus graugrüner Grauwacke und feinkörnigem Sandstein, mit Chalcedonzement und -drusen.

b) Auf eine Alluvialfläche folgen weiße bis graubraune feinkörnige Sandsteine, die in rote übergehen.

c) Nach Süden hin folgt eine Zone, in der man eine Gliederung kaum aufstellen kann. Die Hauptmasse bilden feinkörnige weiße und rote verkieselte Kalksandsteine, die aber übergehen hier in verkieselte rote Kalksteine, dort in rote Mergelkalke, dort in weiße verkieselte Kalksteine und in verkieselte Granatkalksteine. Wenn man bedenkt, daß es sich hier nur um die von Basalt umschlossenen kleinen Schollen handelt, so wird man zugeben müssen, daß der petrographische Charakter der Gesteine sehr schnell wechselt.

Dazu kommt die lokale Ausbildung von Rotsandsteinbreccie und Kalksteinbreccie in Chalcedonsandstein und von Flintdrusengestein, d. h. einem von Chalcedon verkitteten, feinen bis groben, gemischten Grus verschiedener Gesteine. Fig. 23 zeigt die Art des Auftretens und der Lagerung dieser breccicösen Chalcedondrusengesteine.

Zweifelhaft ist die Stellung des Walles 2. Derselbe besteht einmal aus feinkörnigem verkieseltem grauem Kalksandstein, sodann aber aus Grauwackensandstein mit Rotsandsteinbrocken (Nr. 156) und rotem eingekieseltem Sandstein. Es kann nachträglich nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob diese Gesteine ursprüngliche Grauwackensandsteine der Oberen Stufe oder sekundär verkitteter Schutt sind. Meine Notizen reichen hierfür nicht aus. (Vergl. S. 168.)

Vor dem Wall 3 liegt viel Breccie von Rotsandstein in Chalcedonsandstein und Chalcedondrusengestein.

Profil durch System 3.

In großem Maßstab liegen verkittete Schuttmassen innerhalb der Grauwackenmasse 3 (Fig. 24).

Auf die Bänke von verkieseltem Granatkalkstein folgt eine Breccie von dem gleichen Kalkstein, nebst Quarzporphyr und Stücken graugrüner kieseliger Grauwacke in Chalcedonsandstein. Die Bänke sind 1 m mächtig, tief schwarzbraun und zerfressen. Dann erst folgen die graugrünen kieseligen Grauwacken der Oberen Ngamischichten.

Auch innerhalb der Grauwackenmasse, und zwar in der Nähe der Mittleren Ngamischichten, liegen „Chalcedondrusengesteine", neben Stücken feinkörnigen grauen und roten Sandsteins von Typus Rotsandstein. Professor *Kalkowsky* hat die beiden gesammelten Proben nach dem mikroskopischen Befund genannt:

Nr. 155 verkieselten sandigen Kalkstein mit Grauwackenbestandteilen.

Nr. 154 verkieselten und eingekieselten Grauwackensandstein mit Fragmenten von verkieseltem Aphanit (?) und Kalkstein.

Diese Gesteine liegen aber als Platten zwischen den Schichtenköpfen der grünlichen Grauwacken und der Rotsandsteine, und sie fallen durch ihre braune zerfressene Oberfläche auf. Ich möchte sie für eingekieselten und verkieselten gemischten sandigen Grus der Ngamikalke und Grauwacken halten. Wie die Bestandteile der Ngamikalke zwischen die Schichtenköpfe der Oberen Grauwacken kommen, ist nicht so schwer zu erklären. Wenn in einem aus Schollen so kompliziert zusammengesetzten Gebiet die Oberfläche abgetragen wird, so kann — ja muß der Schutt der verschiedenartigen Gesteine durcheinander geraten und einen gemischten Grus bilden. Kommt es dann durch irgendwelche Umstände zu einer Verkittung des losen Gesteinsgruses durch Kalk- oder Chalcedonsandstein, so können Gesteine, wie die vorliegenden „Chalcedondrusengesteine", sehr wohl aus diesem Prozeß hervorgehen.

Von sonstigen Aufschlüssen der westlichen Zone sind folgende erwähnenswert.

Nahe dem Aufschluß VII liegt eine Insel von roter Kalksteinbreccie in verkieseltem Kalksandstein. Von dieser Stelle stammt das Handstück Nr. 127, von dem *Kalkowsky* 5 verschiedene Photographien aus einem einzigen Präparat veröffentlicht hat.

Aufschluß IX ist eine Masse von grauer, rötlicher und grünlicher Grauwacke ohne Konglomerat, typisch für die untere Abteilung der Oberen Ngamischichten (Nr. 160).

Die kleinen Felsriffe X, die aus dem Alluvium aufragen, sind teils Rotsandsteinbreccie, in situ durch Chalcedonsandstein verkittet, teils eingekieselte alte Grauwacken und Grauwackenschutt der Oberen Stufe (ähnlich Nr. 124).

In der Südwestecke der Bucht sind zahlreiche, aber schlecht aufgeschlossene Vorkommen von verschiedenartigen Gesteinen der Oberen und Mittleren Ngamischichten, sowie Gänge von Diabasen zu verzeichnen. Diese Schollen streichen nach 50°, bieten jedoch nichts von besonderem Interesse. Von der Stelle XI stammt Nr. 137, anscheinend ein chalcedonisierter Calcitgang. Das Gestein tritt in zahlreichen drei Finger dicken Platten auf, und zwar zwischen zwei Diabasgängen.

Am Rande der Bucht liegen noch ausgedehnte Trümmerfelder von Oberen Ngamigrauwacken (XII) mit Konglomeraten von Quarzporphyr, Chansegrauwacke, Quarz und Ngamikalk- und -sandsteinen. Die Schichten sind hier nahezu horizontal, dagegen im Aufschluß XIII senkrecht aufgerichtet. Sie streichen daselbst nach 70° und bestehen aus Bänken von mürber grauer bis rötlicher Grauwacke mit Konglomeratbänken aus Quarzporphyr, Quarz und Chansegrauwacken.

Nach Norden hin folgen auf diese konglomeratischen Grauwacken, die sicher Obere Ngamischichten sind, Trümmer von roten Sandsteinen und Kalken der Mittleren und schließlich lose Stücke der grobkörnigen typischen Grauwacke der Unteren Schichten (gleich Nr. 37, 38). Daraus folgt, daß die Unteren Ngamischichten in der Rengakabucht in der Tiefe vorhanden sind. Übrigens möchte ich hier bemerken, daß ich es nicht für ausgeschlossen halte, daß ein Teil der fein- bis grobkörnigen graugrünen Grauwacken, die als isolierte Wälle und Klippen oder in der Nähe von Ngamikalken ohne deutlichen Verband auftreten, der Unteren Stufe angehören. Auf der Karte sind diese zweifelhaften Vorkommen mit der Farbe der Oberen Stufe gezeichnet worden.

Die Aufschlüsse XIV—XVI am Vorsprung des Plateaus gehören den Rengakaschichten an und sollen später besprochen werden.

Ähnlich den Chanseschichten werden die Schollen der Ngamischichten von Spalten durchsetzt, die den Streichrichtungen, sei es der betreffenden Schollen selbst, sei es benachbarter Schollen parallel gehen. Am häufigsten ist die Richtung 50° zu finden, häufig ist auch 80°, weniger die Richtung 30° und 130—135°. Auch mehrere Richtungen kommen gleichzeitig vor, so z. B. in der Schollenmasse XII Klüfte nach 33° (Tschorilo-Richtung) — 60° (Kaffraria-Richtung) — 135° (Schadum-Richtung).*)

III. Die westliche Zone — Chanseschichten.

Westlich des Vorsprungs, der mit dem Kap Rengaka endet, ändert sich der Charakter der Küste. Wir betreten wieder ein Gebiet, das vorwiegend aus Chanseschichten besteht. Die Ngamischichten spielen keine Rolle oder fehlen ganz. Ein kontinuierlicher 10—15 m hoher Steilrand, der von zahlreichen Buchten durchfurcht wird, begrenzt ein ebenes Vorland, in welchem erst am westlichen

*) Vergl. S. 80.

Ende des Sees wieder Lagunen auftreten. Die Gesamtlänge dieses Abschnittes beträgt 28 km. Das Vorland hat eine Breite von 2—3 km.

Wir wollen diese westliche Zone der Übersichtlichkeit wegen in drei Teile teilen, die folgende Grenzen haben:

1) Vom Kap Rengaka zum Felskap I — 7 km.
2) Vom Felskap I bis zur Waldecke — 11.5 km.
3) Von der Waldecke bis zum Ende des Sees — 9.5 km.

1) Vom Kap Rengaka zum Felskap I.

Dieser Abschnitt wird dadurch charakterisiert, daß das Vorland fast ganz mit Flußsand bedeckt ist, aus dem nur lokal Schollen von Rengaka-, Ngami- und Chanseschichten aufragen. Am Plateaurand spielt das Grundgestein eine geringe Rolle, Pfannensandsteine dagegen die Hauptrolle.

a) Das Vorland. Das Vorland wird zum größten Teil von einem lockeren grauen bis weißen alluvialen Sand bedeckt, der in vielen Fällen kiesig ist und auch oft genug Trümmer und Gerölle verschiedener Gesteine enthält. Seine Oberfläche ist mehrere Meter höher als die Seeebene, in die sie allmählich übergeht. Südlich des Kaps Rengaka beginnt ein Lagunenwall, der nach W.S.W. streicht und sich in der Nähe der Küste in breiter Sandfläche verliert. Wo er als Wall ausgebildet ist, ist er ca. 80 Schritte breit und 3—4 m hoch.

Nach dem Plateau zu wird der Sand mächtiger. Er steigt das Gehänge hinan und vermischt sich mit dem von oben herabgewehten Kalaharisand. Im Bereich der Plateauzunge vermischen sich beide, weiter westlich ist jedoch ein felsiger Steilrand entwickelt.

Aus diesem Sand tauchen an einigen Stellen Gesteinsmassen auf. An der Plateauzunge und westlich der Spitze treten zunächst Rengakaschichten in ziemlicher Ausdehnung zutage. Sie bilden die Basis des Vorsprungs.

Diese Gesteine wurden während der Aufnahmen unter den Namen „Rengakaschichten" zusammengefaßt, da sie sich weder mit den Ngamischichten, noch mit den Chanseschichten vereinigen ließen und andererseits auch von den Botletleschichten in manchen Punkten abwichen. Mit den letzteren hatten sie freilich die größte Ähnlichkeit. Denn sie bestehen wie ein Teil jener aus glasigglänzenden Sandsteinen, die mit großen Massen halbglasiger oder ganz mürber Sandsteine vergesellschaftet sind. Die glasige Ausbildung ist sogar eigentlich eine lokale, unregelmäßig auftretende Erscheinung zu nennen. Es stellte sich im Laufe der Untersuchung heraus, daß die Rengakaschichten zu den Botletleschichten gehören, und zwar eine Faziesbildung derselben vorstellen. Aus praktischen Gründen halte ich es jedoch für geboten, den besonderen Namen beizubehalten, zumal man, wie wir sehen werden (S. 191), die Möglichkeit wenigstens in Betracht ziehen muß, daß sie den Karroschichten des Matabelelandes entsprechen. Die Rengakaschichten werden durch folgende Merkmale charakterisiert:

a) Sie liegen stets innerhalb des Vorlandes, nicht auf dem Plateau.
b) Sie bestehen aus mürben, halbglasigen und glasigen feinkörnigen Chalcedonsandsteinen und sind stets eingekieselt, niemals verkieselt.
c) Im Schliff zeigen sie häufig Druckerscheinungen, wie Adpression der Quarzkörner.
d) Über dem Grundgestein bilden sie — soweit Aufschlüsse vorhanden sind — eine Breccie, indem sie eckige Blöcke desselben verkitten.

Am Kap Rengaka bestehen sie aus folgenden Gesteinen:

Im Niveau der Alluvialebene stehen klobig gebankte Massen aus roten und feinkörnigen glasigen Sandsteinen an. Dieselben enthalten lokal große eckige Blöcke von grauer eingekieselter Grauwacke der Oberen Ngamischichten und von Quarzporphyr. Letzterer stammt wohl aus ehemaligen Geröllen in Oberen Ngami-

grauwacken. Nach oben hin folgen nur feinkörnige rote, gelbbraune, graue, violette, gefleckte oder einfarbige Sandsteine, die teils glasig glänzen, teils mürb und porös sind. Streichen und Fallen läßt sich nirgends mit Sicherheit nachweisen, obwohl die Sandsteine gebankt sind. An einzelnen Stellen schienen sie nach 80° zu streichen und mit ∢ 20° S. einzufallen. Sie setzen die ganze Basis des Plateaus zusammen und werden direkt überlagert von Schottern aus eigroßen weißen Quarzgeröllen und abgeschliffenen älteren Grauwacken, die nach oben hin in Kies und schließlich reinen roten Kalaharisand übergehen.

In der Ebene westlich des Kaps fand sich durch die Schollenmasse der Rengakaschichten folgendes Profil, das ein Bild von der petrographischen Mannigfaltigkeit und doch zugleich Einförmigkeit derselben geben wird. Der Aufschluß besteht in Sandsteinbänken und besonders auch Zonen von Sandsteintrümmern, die aus dem Flußsand auftauchen. Die Zahlen bedeuten Doppelschritte à 1.56 m, die Richtung verläuft von S. nach N. zur Küste, also aus dem Hangenden ins Liegende. Nördlich des 80 Schritte breiten Lagunenwalls beginnt der Aufschluß mit Blöcken von weißem und braunem, gestreiftem und geflecktem, glasig glänzendem Sandstein.

4—18. Große Blöcke von grauem, braunem bis rötlichem glasig glänzendem feinkörnigem Sandstein mit weißen mürben Flecken; unregelmäßig geformte Blöcke.

19—28. Sand.

29—42. Große glatte Blöcke von weißem feinkörnigem mürbem Sandstein mit weißen und braunen glasigen Flecken.

43—45. Sand.

46. Graugrüne mittelkörnige Sandsteinbänke.

47—51. Sand.

52. Große Platten und Blöcke weißen mürben Sandsteins.

53—59. Sand.

60—74. Dicke Bänke weißen Sandsteins, durch eisenschüssige Lagen geschichtet und mit dicken schwarzbraunen Eisenhydroxydrinden bedeckt.

74—94. Viele Stücke glänzenden Sandsteins, außen gelbbraun, innen grau.

94—104. Viel glänzende braun und rosa gefärbte Sandsteine.

105—117. Sand.

118. Grauer glänzender Sandstein.

119—120. Sand.

121—136. Sandsteinblöcke, innen rot und glasig, außen mürbe, mit hellgrauem feinkörnigem mürbem Sandstein.

137—146. Sand.

147. Vereinzelte grüne schieferige Sandsteinstückchen.

148—150. Sand.

151—157. Hellgraue und weiße glasige Sandsteine.

158—159. Sand.

160. Dichter brauner feinkörniger Sandstein.

161—177. Sand.

178—181. Platten grünlichen Sandsteins.

215. Am Weg die Breccien aus Oberer Ngamigrauwacke in Chalcedonsandstein.

Aus diesem Profil stammen die folgenden Nummern der Gesteinsliste.

1) Nr. 176, 177, 178. Grauwackenbreccie, am Weg.
2) Nr. 222. Über den Breccien am Kap.
3) Nr. 213, 223, 226. Aus den Mittleren Partien des Aufschlusses.
4) Nr. 202, 227. Aus den südlichen Partien des Aufschlusses.

Ganz ähnliche Gesteine setzen die etwas westlicher liegende Scholle der Rengakaschichten zusammen. Das kleine Vorkommen dieser Formation südlich des Lagunenwalles besteht aus roten, weißen, violetten, glasigen Sandsteinen, ebenso die beiden Aufschlüsse am Westrand der Rengakabucht selbst.

Zu den Rengakaschichten gehören auch die glasigen feinkörnigen rot, violett, braun und weiß gefleckten Sandsteine, die südlich des Kaps Tsillinyana anstehen und eine 2—3 m mächtige Platte ohne erkennbare Lagerung bilden. Innerhalb der Rengakabucht selbst fehlen solche geschlossenen Inseln, aber die eingekieselten und verkieselten älteren Gesteine, sowie die zahllosen Stücke von Chalcedonsandstein, die fast nirgends fehlen und oft große Trümmerzonen bilden, sowie die Tafeln, die vom Plateaurand her über die Ngamischichten übergreifen, dürften äquivalente Bildungen sein.

Außer den Rengakaschichten kommen in dem Vorland die Ngamischichten an zwei Stellen vor. Innerhalb des Seebodens bereits tritt eingekieselte Grauwacke der Oberen Stufe zutage (Nr. 165). Das andere Mal liegen zwischen Plateaurand und Lagunenwall rote und blaugraue, harte splitterig brechende dichte Grauwacken, wie sie das oberste Glied der Oberen Stufe vorzustellen pflegen. Sie bilden mächtige Bänke, die anscheinend nach 15° streichen und nach 140° sehr energisch zerklüftet sind. Sie sind auf eine Erstreckung von ca. 20 m aufgeschlossen.

Nahe dem Felskap I beginnen Chansegrauwacken, die jedoch erst im folgenden Abschnitt im Zusammenhang mit dem mittleren Vorland besprochen werden sollen.

b) Der Plateaurand. Von der Spitze des Kaps Rengaka bis zur Basis des Vorsprungs ist das anstehende Gestein auf der Westseite nicht sichtbar; ältere Flußsande und Kalaharisand bedecken alles. Nur durch Erdferkellöcher ist bisweilen die Schotterschicht, mit der der Kalaharisand beginnt, aufgeschlossen, indem mit dem Sande Rollstücke von Quarz und Grauwacke ausgeworfen worden sind. Stellenweise treten diese Kieslager auch zutage, und dann ist der Sand mit taubeneigroßen, aber auch faustgroßen Geröllen von weißem Quarz, rotem und braunem Chalcedon und Chalcedonsandstein, sowie Ngamigrauwacke gespickt. Grober bis feiner Kies bilden Übergänge zum feinkörnigen Sand. Der Kalaharisand beginnt hier also überall mit einer Schotterlage, die nach oben in Kies, Grand und Sand übergeht.

Weiße mürbe Sandsteine der Rengakaschichten, die zuweilen in größeren Blöcken im Sand auftreten, bilden anscheinend das Liegende der Geröllschichten.

Nach der Basis der Plateauzunge hin tritt auch Kalaharikalk in einzelnen Stücken auf.

Das feste Gestein des Plateaurandes beginnt mit Gesteinen der Mittleren Ngamischichten, nämlich roten Kalkmergeln und Mergelkalken, feinkörnigen roten und hellgrauen Sandsteinen vom Typus Rotsandstein. Auch Breccie von rotem Mergel in Kalk(?)sandstein wurden beobachtet. Die Lagerung dieser Schichten war freilich nirgends erkennbar. Vielmehr treten sie nur als Stücke im Kalaharikalk auf, freilich in solcher Masse, daß man annehmen muß, sie stehen in der Tiefe an.

Diese Ngamischichten stoßen direkt an Chansegrauwacke und die grünlichen chloritischen Grauwackensandsteine. Die Grenzlinie verläuft anscheinend nach 60°. Im Bereich der Chansegrauwacken liegen zahlreiche Trümmer von grauer dichter kieseliger Grauwacke der Oberen Ngamischichten, sowie rotes eingekieseltes „Chalcedondrusengestein“, also entweder eingekieselter Schutt oder Obere Grauwacke. Auf dem Abhang finden sich auch viele Stücke von Quarz, Chalcedonsandstein, schwarzem Chalcedon, eingekieselten Grauwacken der Oberen und Kalke der Mittleren Ngamischichten.

Die Chansegrauwacken streichen nach 58—60° und stehen auf dem Kopfe. Sie sind nur auf eine kurze Strecke hin aufgeschlossen, dann tauchen sie unter das Niveau der Alluvien unter.

Bis zum Kap Mopipa — nach einem weithin sichtbaren Mopipabaum, der den Vorsprung krönt, benannt — besteht der Abhang ganz aus Botletleschichten, und zwar sind es Chalcedonsandsteine und Pfannensandsteine.

Da ein Querschnitt durch diese Schichten sonst fast nirgends auf weitere Erstreckung zu beobachten war und sich an die Beschaffenheit und den Aufbau der verschiedenen Gesteine, wie wir sehen werden, interessante Probleme knüpfen, so wollen wir das Profil durch jene Schichten hier näher betrachten (Fig. 25).

Am Mopipa Kap besteht der Abhang aus

Kalaharisand, im Liegenden mit zahlreichen Chalcedonstücken.

Kalaharikalk, der oben reich an Chalcedonstücken ist, unten dagegen eine Breccie von Pfannensandstein umschließt. 2 m.

Pfannensandstein, blaßgrünlich, hart, mit Kalkzement und faustgroßen verkieselten glasig glänzenden Knollen. 2.5 m. (Nr. 242.)

Chalcedonsandstein, grünlich und grau, glasig glänzend mit knolligen Massen. 2.5 m.

Schutthalde.

Das Profil hier gleicht dem an der Lagune am Südrand der Rengakabucht. Oben Kalksandsteine, die z. T. verkieselt sind, unten eingekieselte (?) Sandsteine. Von dem hiesigen grünen Glassandstein ist zwar keine Probe mikroskopisch untersucht worden, das Gestein ist aber so stark glasig und gleicht so völlig Nr. 220, daß ich nicht daran zweifle, daß auch hier eingekieselter Chalcedonsandstein unter dem Kalksandstein liegt.

Verfolgen wir nun das Profil (Fig. 25) nach Osten hin, so versinkt der glasige Sandstein a) unter das Niveau der Schutthalde. Auch der harte Pfannensandstein b) senkt sich gleichzeitig. Die entstehende Höhlung wird von einem mürben, porösen, fast zerreiblichen Pfannensandstein c ausgefüllt (Nr. 235). Etwa 230—240 m westlich des Kaps Mopipa erreicht der mürbe Sandstein das Niveau der Schutthalde. Dann endet er. Auf eine Entfernung von 12 m hin entwickelt sich ganz plötzlich eine Masse harten grünen eingekieselten (?) Chalcedonsandsteins a[1]), überlagert von hartem Pfannensandstein b[1]) (Nr. 242). Der Chalcedonsandstein verschwindet schnell wieder, der Pfannensandstein aber bleibt. Eine kleine Schale mürben Kalksandsteins c[1]) ist noch einmal über dem harten entwickelt, dann aber beherrscht dieser den Abhang bis zu der Dolomitklippe d).

In dem harten Pfannensandstein ist nämlich eine kompakte Masse von Dolomit eingeschaltet. Dieselbe ist 8 m hoch und besteht aus weißem, hartem, splitterig brechendem Dolomit (Nr. 238). Diese Klippe hat einen Durchmesser von 50 m. An den Rändern geht sie unter Aufnahme von Sandkörnern (Nr. 237) in den Pfannensandstein über. Dieser Übergang erfolgt rasch, aber kontinuierlich. Die Dolomitklippe ist also lediglich eine geschlossene Ausbildung des Kalkzements im Pfannensandstein ohne Sandkörner. Ob der Sandstein neben der Klippe auch Dolomitzement hat, ist nicht bekannt, wohl aber ist es sicher, daß der auf der Klippe liegende Sandstein lediglich ein Kalkzement hat.

In den obersten Partien nämlich wird der Dolomit brecciös. Kalksandstein infiltriert die Spalten, und schnell entsteht eine Breccie aus Dolomitstücken in Kalksandstein (Nr. 236).

Östlich der Klippe setzt sich der harte Pfannensandstein fort, der jedoch sehr viel glasigen Chalcedonsandstein von grauer Farbe enthält — anscheinend lokale verkieselte Massen, nicht aber liegender eingekieselter Sandstein. Gegen die Chansegrauwacken hin verhüllt der Kalaharikalk derartig die Grenze, daß man die Auflagerung des Pfannensandsteins auf das Grundgestein nicht beobachten kann.

Westlich des Kaps Mopipa steigt die Grauwacke schnell an. Der Glassandstein verschwindet, der Pfannensandstein wird zu einer dünnen Decke reduziert und bildet schließlich nur einzelne unterbrochene Schellen, die dem Grauwackenplateau an- und eingelagert sind (Fig. 26).

Nahe seinem westlichen Ende ist der Pfannensandstein an einer Stelle noch einmal als weißer Kalkstein (Dolomit?) entwickelt, und zwar bildet er dort als eine mehrere Meter mächtige Masse den Abhang, während er weiter östlich und westlich wiederholt fehlt. Wo er endet, umschließt er bis kopfgroße Quarzblöcke, die aus den Chanseschichten stammen.

Über Pfannensandsteine und Grauwacken schiebt sich gleichmäßig der Kalaharikalk, der aus Kalkrinden und großen Kuchen und Fladen mit Rinden und Röhren besteht. In seinem Liegenden bildet er mit den Gesteinen des Untergrundes eine Breccie, im Hangenden umschließt er zahlreiche Chalcedonstücke, die auch auf der Sohle des ihn überlagernden Kalaharisandes sehr zahlreich zu finden sind.

Fassen wir die Beobachtungen zusammen, so ergeben sie folgendes:

1) Die Botletleschichten liegen hier in einer Vertiefung des Grundgesteins — Chansegrauwacke.

2) Als liegendste Schicht ist ein grüner, wahrscheinlich eingekieselter Chalcedonsandstein aufgeschlossen von unbekannter Mächtigkeit und mit unregelmäßiger Oberfläche.

3) Über ihm lagert harter, teilweise verkieselter Kalksandstein — Pfannensandstein — in klobigen undeutlichen Bänken, der die Vertiefungen des Untergrundes ausfüllt, eine horizontale Oberfläche besitzt und sich am Rand auf die Grauwacken mit auskeilender Kalotte auflagert. In den oberen Partien ist er lokal mürbe und zerreiblich.

4) Innerhalb der Kalksandsteine tritt als lokale Ausbildung ein Dolomit auf, der aus dem Kalksandstein durch Abnahme der Sandkörner und Anreicherung des Zements entsteht. Ausdehnung und Höhe des Dolomitstockes sind nur in der einen Richtung am Abhang bekannt, seine Tiefe, d. h. Erstreckung nach Süden, ist aber nicht bekannt.

2) Vom Felskap I zur Waldecke.

Dieses Gebiet ist verhältnismäßig einfach zusammengesetzt.

Das **Vorland** besteht vorwiegend aus grünlichen und grauen chlorithaltigen Grauwacken der Chanseschichten. Dieselben streichen zwischen 60—67° und fallen mit ∢ 70—80° nach N. ein. Eine energische Klüftung streicht den Schichten parallel, fällt aber mit ∢ 70° nach S. ein. Die Grauwacken treten in breiten Flächen und mit langen Schichtenköpfen aus den alluvialen Sanden auf.

Mächtige Quarzgänge setzen in den Grauwacken in großer Zahl auf. Ihre Mächtigkeit kann bis zu 8 m betragen, allein sie sind unbeständig und keilen sich oft bis auf ein Minimum aus. Der Quarz ist weiß, grobkrystallin und enthält große Tafeln von Eisenglanz (Nr. 33). Stellenweise sind sie von Eisenhydroxyd braun gefärbt. An einer Stelle (S.W. von Litutwa) fanden sich kopfgroße Nester von Eisenspat (Nr. 34).

Im Vorland treten an zwei Stellen **Eruptivgesteine** auf.

Südöstlich von Litutwa durchsetzt ein **Gang von Totingdiabas** (Nr. 30) die Grauwacken. Der Gang ist 2 m breit, streicht nach 35° und ist ca. 250 m weit zu verfolgen. Die Grauwacken, die nach 65° streichen, sind nahe dem Diabas metamorphosiert worden (Nr. 17—19). Dieses Vorkommen ist wichtig. Bisher kam der Totingdiabas nur in Lagern zwischen den Chanseschichten vor, und da auch die letzteren oft Diabasmaterial enthielten, schienen beide gleichalterig zu sein. Wie der vorliegende Befund zeigt, ist das jedoch nicht notwendig; der Diabas kann auch jünger sein.

Südwestlich von Litutwa finden sich zwei kleine runde Apophysen von Ngamidiabas, die nur 10—15 m Durchmesser haben und die Grauwacken durchsetzen. Sie ragen nicht über die Ebene der Grauwacken hinaus und sind nur an den schwarzen Aphanittrümmern der Oberfläche erkennbar.

Die Rengakaschichten bilden an einigen Stellen Schollen auf dem Grundgestein. Am Felskap I liegt eine Masse mürber und glasiger eingekieselter Chalcedonsandsteine in undeutlich gebankten und zerklüfteten Massen ohne erkennbare Lagerung (Nr. 215).

Ein größeres Areal dieser Schichten beginnt am Felskap II westlich Litutwa. Dort liegen Massen dickbankiger rötlicher, weißer, grauer, brauner, gefleckter, glasig glänzender Sandsteine, ohne deutliche Lagerung. Jedoch besteht eine gewisse Bankung, wie die Profile Fig. 27 A zeigen.

a) Mächtige Blockmassen von rotem, weißem und braunem glasigem Chalcedonsandstein (Nr. 216). Der Südrand der Masse streicht nach 125°; eine bestimmte Lagerung ist jedoch nicht erkennbar.

b) Nach Norden hin folgen graue, bräunliche, mürbe und glasige, feinkörnige Sandsteine. Die Außenseite derselben ist tief- bis hellbraun (Nr. 212).

c) Hellgraue, mürbe Sandsteine (Nr. 209).

Etwas westlich liegt eine Scholle, in der dieselben Gesteine, aber in anderer Reihenfolge von S.—N. auftreten. Dazu kommen noch (Fig. 27 B):

d) Blaßbräunlich weiße Chalcedonsandsteine.

Breccie aus eckigen Stücken von rotem glasigem Chalcedonsandstein (= a) in graurötlichem Chalcedonsandstein (Nr. 199, 200) begleitet namentlich in der Nähe von d) diesen Aufschluß.

Weiterhin treten auch braun- und weißgefleckte Chalcedonsandsteine auf (Nr. 214), die jedoch nicht brecciös, sondern lediglich gefleckt sind. Die richtigen Breccien bestehen aus eckigen Trümmern von Chalcedonsandstein in anderem Chalcedonsandstein. Der makroskopische und mikroskopische Befund zeigt, daß ursprünglich Sande eingekieselt und verfestigt worden sind. Dieser so entstandene Chalcedonsandstein ist jedoch von neuem durch irgendwelche Kräfte zertrümmert und dann wieder durch Sand und Chalcedon verkittet worden.

Der Plateaurand begrenzt mit einer 10—20 m hohen steilen Wand gleichmäßig das Vorland. Sein Rand wird von flachen Buchten durchschnitten, in deren Tiefe oft der Kalaharisand alles Gestein verhüllt und sich mit dem alluvialen Flußsand mischt. Die Vorsprünge sind dagegen stets steinig. Grünliche, graue und seltener rötliche Grauwacken der Chanseformation bilden das Fundament des Plateaus und besitzen die gleiche Lagerung, wie im Vorland (Streichen 60—65°, ∢ 70—85° N.).

Verfolgen wir den Gang von Totingdiabas in der Ebene S.O. von Litutwa nach Süden, so treffen wir genau in seiner Verlängerung auf dem Plateau in einer Bucht zwei Vorkommen von Totingdiabas (Nr. 31, 32), die nahe nebeneinander liegen und anscheinend einen Gang bilden. Ob dieser Diabas mit dem in der Ebene zusammenhängt, war nicht festzustellen, zum wenigsten scheinen aber beide auf einer Spalte durchgebrochen zu sein.

Wenige Schritte westlich dieses Totingdiabases liegen zwei kleine runde Apophysen von Aphanit.

In derselben Bucht liegt auf der Westseite die erste Scholle von rotem Chalcedonsandstein, der weiterhin noch wiederholt vorkommt. Es sind dieses rote glasige und mürbe Sandsteine, die z. T. weiße Quarzgerölle enthalten, resp. Geröllmassen verkitten. Sie liegen auf dem Abhang der Grauwacken, auf halber Höhe, und sind anscheinend die letzten Reste ehemals ausgedehnterer Ablagerungen in dem Becken. Mikroskopisch untersucht sind diese Sandsteine leider nicht; nach dem Vorkommen weiter im Westen zu urteilen, dürften es jedoch eingekieselte Chalcedonsandsteine sein.

Über den Grauwacken zieht sich die Decke des Kalaharikalks und -Sandes hin. Südöstlich des Felskaps II beginnen aber zwei Erscheinungen immer mehr hervorzutreten. Einmal verliert der Abhang mehr und mehr den Charakter einer geschlossenen Mauer. Er wird wellig, indem das Grundgebirge wiederholt nach

Westen hin flach ansteigt und dann plötzlich abfällt. Sodann aber nimmt der Kalaharikalk an Mächtigkeit ab, dagegen entwickeln sich im Liegenden des Kalaharisandes Geröllager vorwiegend aus weißem Quarz, die in den Senkungen, weniger auf dem Plateau liegen. Der Kalaharisand überwältigt schließlich immer mehr den Abhang und verhüllt, zusammen mit dem ansteigenden weißen Flußsand, alles Gestein. Damit haben wir den Abschnitt 3 betreten.

3) Von der Waldecke zum Westende des Ngami.

Dieser Abschnitt wird dadurch charakterisiert, daß Flußalluvien und Kalaharisand allmählich alles Gestein verhüllen.

In dem Vorland treten Chanseschichten überhaupt nicht mehr zutage, dagegen finden die Rengakaschichten hier ihre größte Entwickelung. Südlich und südöstlich der Waldecke liegen, von Sand umgeben und teilweise verdeckt, weiße, graue, rötliche, rotbraune, violette feinkörnige Sandsteine, glasig oder mürb. Dabei wechseln die einzelnen petrographischen Merkmale oft sehr schnell, indem die Sandsteine durch lokale Einkieselung oder schnellen Farbenwechsel gefleckt und gebändert sind. Sie bilden im allgemeinen gebankte Massen und deutliche Bänke, allein jeder Versuch, eine bestimmte Lagerung oder Gliederung zu erkennen, mißlingt. Die Bänke liegen stets flach, d. h. bis zu 20° geneigt, allein die Lagerung wechselt fortwährend. Oftmals macht es den Eindruck, als wären die Bänke gewaltsam durcheinander geschoben und sogar in der Horizontalebene verbogen. Irgend eine bestimmte Altersfolge der Gesteine läßt sich auch nicht feststellen. Es würde ganz nutzlos sein, die aufgenommenen Profile und Skizzen zu veröffentlichen, da in das Chaos kein System zu bringen war (Nr. 201—205, 207, 208, 210, 211, 217, 224, 225, 228).

Weiter westlich liegen noch andere kleinere Schollen von Chalcedonsandsteinen, die aus den Flußalluvien aufragen.

Diese Alluvien bestehen am Seeboden aus schwärzlichem, sandig-humosem Schlamm. Derselbe geht an der Küste in schwärzlichen humosen staubigen Sand und dieser in Flußsand über. Die Flußsande sind grau bis weiß, und in der Tiefe reich an Kalk, der bis kirschgroße Knollen bildet, wie der Sand der zahlreichen Erdferkellöcher zeigt. Lokal sind die Sande kiesig und enthalten auch größere Gerölle von Quarz, Chalcedon und Chalcedonsandstein.

Den Plateaurand begleiten mehrere Lagunen, die durch Sandwälle abgeschlossen werden und teils losen Sand-, teils grauen sandigen Schlammboden besitzen. Am Plateaurand gehen die weißen Flußsande in den roten Kalaharisand über.

Der Plateaurand ist fast überall mit Sand bedeckt. Nur an zwei Vorsprüngen, die sich zungenförmig nach Norden vorschieben, tritt das Gestein zutage. Trotz der mangelhaften Aufschlüsse kann man mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß der Aufbau folgender ist.

Von der Stelle, wo die Chanseschichten östlich der Ostklippe enden, verlaufen sie nach Südwest und kommen in der Bucht zwischen beiden „Klippen" wieder zum Vorschein. Der ganze Vorsprung setzt sich demnach aus Botletleschichten zusammen. Bei dem westlichen Vorsprung scheint dasselbe der Fall zu sein, jedoch sind die Chanseschichten weiter westlich nicht mehr aufgeschlossen. Zu gleicher Zeit scheint aber auch der Plateaurand nicht von einer ebenen Platte von Grauwacken gebildet zu werden, sondern die Oberfläche derselben ist wellig, und zwar liegt eine Vertiefung — Wellental — in der Bucht zwischen den beiden Klippen. Dadurch wird das Bild etwas kompliziert. Der wesentliche Unterschied gegen den mittleren Teil ist aber doch der, daß in das Becken vom Plateaurand aus Tafeln von Botletleschichten vorspringen (Fig. 28).

Die Chanseschichten bieten nichts Neues. Es sind die gewöhnlichen grünen

Grauwackensandsteine, die nach 67° streichen und steil aufgerichtet sind. Auch ein mächtiger weißer Quarzgang wurde beobachtet.

Die Rengakaschichten der Ebene verändern sich nach dem Plateaurand zu in der Weise, daß sie eine rotbraune Farbe annehmen (Nr. 197, 198, 206, 218, 219). Sonst behalten sie jedoch den petrographischen Charakter bei. Diese roten glasigen und mürben eingekieselten Chalcedonsandsteine gleichen vollständig denen, die als kleine Schollen auf halber Höhe des Plateaurandes weiter östlich liegen. Sie sind, obwohl sie im Grunde genommen von den Rengakaschichten nicht zu trennen sind, auf der Karte mit der Farbe der Botletleschichten gezeichnet worden, weil sie mit Kalksandsteinen und typischen Chalcedonbreccien vergesellschaftet sind. Westlich der Westklippe tritt nämlich eine Breccie von grauem Chalcedon in rotem Chalcedonsandstein in zahlreichen Stücken, aber nicht anstehend, auf, auch stammt von dort der Kalksandstein Nr. 239 und 240. Die Lagerung ist nicht zu beobachten, allein dem ganzen Vorkommen nach muß man annehmen, daß beide hier, wie sonst, die obersten Glieder der Botletleschichten sind.

Anscheinend vollzieht sich hier ein kontinuierlicher Übergang von den Rengaka- zu den Botletleschichten. Die Identität beider wird dadurch in hohem Grade wahrscheinlich gemacht.

Westlich der Westklippe bedeckt Sand den ganzen Abhang, indes lassen sich rote, weiße, bräunliche glasige und mürbe Chalcedonsandsteine und Breccien aus grauem Chalcedon in rotem mürbem und glasigem Sandstein in sehr zahlreichen einzelnen kleinen und großen Blöcken noch nachweisen. Diese beiden Gesteinsarten färben mit ihren Verwitterungsprodukten den Sand tiefrot. Dazu kommen Stücke von Kalaharikalk und Kieslager aus glatt abgerollten weißen Quarzstücken, Chalcedonsandsteinen, Chalcedon und Sinterkalk. Diese Kieslager setzen sich unter dem Sand bis über die Straße zum Chansefeld hinaus fort. Sie bilden das Liegendste des Kalaharisandes.

Hiermit wollen wir die Darstellung schließen. Ein Rückblick auf die Ergebnisse soll nicht hier, sondern später folgen bei der Betrachtung der geologischen Verhältnisse des gesamten Ngamirumpfes und der Probleme, die er bietet.

Kapitel X.

Die Mitte des Ngamirumpfes.*)

Zwischen den Bergketten im Süden und dem Ngami liegt ein Gebiet, das leider nur wenig bekannt ist. Die Ursachen hierfür sind folgende. Während der Trockenzeit ist das ganze Land absolut wasserlos, während der Regenzeit aber sind wohl Vleys mit Regenwasser vorhanden, allein der dichte Buschwald, der schon während der Trockenzeit ein furchtbares Hindernis bildet, ist dann nahezu undurchdringlich. Wege gibt es nicht. Selbst die Pfade der Eingeborenen sind recht spärlich. So kommt es denn, daß dieses Gebiet nicht eingehend untersucht worden ist. Das ist um so mehr zu bedauern, als es anscheinend einen sehr interessanten Bau und namentlich interessante Oberflächenformen besitzt.

An drei Stellen wurde es durchquert, auf dem Wege von Bolibing nach den Mabäle a pndi-Bergen, zwischen Toting und Kwobe und drittens zwischen Lekala und Kwebe.

Auf dem ersten Wege bin ich viermal, auf dem letzter dreimal und zwischen Kwebe und Toting über eindutzendmal gereist. Schließlich habe ich von der Seeküste aus kleine Vorstöße ins Innere gemacht, so besonders nach der Fischvley.

I. Von den Mabäle a pudi nach Bolibing.

Die Ebene am Nordfuß der Mabäle a pndi besteht, wie wir gesehen haben, aus Chansegrauwacken, die mit Verwitterungsprodukten und Decksand bedeckt sind. Dieser harte Granwackenboden, der einen dichten Buschwald trägt, setzt sich nach Norden hin fort, von rötlichem Decksand stellenweise bedeckt (Blatt 13 Fig. 1). Ca. 2.5 km von den Bergen entfernt treten Stücke von Sinterkalk mit Quarzbrocken auf. Bald folgt eine ausgedehnte Masse mürben Kalktuffs, der längs des Weges in Schollen und Blöcken unter dem Decksand zutage tritt. Es ist mürber Tuff mit Gastropoden. Im Innern wird er von Schmitzen und Rinden von Sand durchzogen. Indem von den Rinden her mit Kalk umgebene Sandröhren in den Tuff hineingreifen, erhält er eine eigentümliche Röhrenstruktur. Er hat also eine ähnliche Struktur wie der harte Sinterkalk, ist aber mürb und porös, wie Pfannenkalktuff. (Vergl. Kap. XIV.)

4 km. Granwacke und Granwackenbrocken mit Quarzstücken treten auf.

4.8 km. Es geht eine Stufe von Kalktuffbänken herab, die 2 m hoch ist; dann folgt wieder Grauwacke, von hartem Sinterkalk bedeckt. Das Land senkt sich immer mehr und fällt zuletzt mit einer ca. 30 m hohen Stufe rasch ab. Diese Stufe besteht ganz aus rötlichen und grauen Chansegrauwacken, die nach 68° streichen und mit ∢ 80° S. einfallen. Die transversale Klüftung verläuft nach derselben Richtung. Außerdem ist eine sehr energische Klüftung

*) Hierzu Blatt 1, 2 und 13.

nach 153° vorhanden. Infolgedessen ist das ganze Gestein in Parallelepipeda gespalten, deren Flächen durch die Spalten 68° (Chanserichtung) und 153° (Damararichtung) bestimmt werden. Auf den Schichtenköpfen der Grauwacken liegen dicke lamellierte Rinden eines harten gelblichen Kalks. Eluvialos Quarzgeröll ist ebenfalls massenhaft zu beobachten.

Etwas westlich des Weges durchfurcht eine kleine Schlucht den Plateaurand, der übrigens, wie die Schichten, nach ca. 70° streicht. Am Fuß desselben ist ein flacher Wasserriß erkennbar, der anscheinend nach W. geneigt ist.

Die Grauwacken sind noch ca. 1.6 km nördlich der Stufe als anstehendes Gestein nachweisbar, dann folgt ein schwärzlicher humoser während der Regenzeit sumpfiger Boden, der anscheinend auch noch hauptsächlich Verwitterungsprodukt aus Grauwacken ist und in rötlichen Decksand übergeht. Bald treten jedoch Schollen von rotem glasigem, höchstwahrscheinlich eingekieseltem Chalcedonsandstein auf, der von rotem Sand begleitet und lokal von hartem Sinter- und Rindenkalk überzogen wird.

Der Matobobologwe ist ein ca. 25 m hoher Hügel aus klotzig gebankten Massen von rötlichem glasigem Chalcedonsandstein. Streichen und Fallen der Bänke war bei der Unregelmäßigkeit der Bankung und infolge starker Blocküberschüttung nicht mit Sicherheit nachweisbar.

12—13 km jenseits des Grauwackenrandes erreicht man einen zweiten 10—15 m hohen Rand, der jenem parallel streicht, aber mit tiefem, rötlich grauem Sand bedeckt ist.

Der Weg steigt diesen Abhang empor, und weiter geht es über eine wellige Fläche rötlich grauen Sandes mit dichtem Buschwald. Es ist richtiger Kalaharisand, der freilich keine erhebliche Tiefe haben mag. Das zeigt der Buschwald, der manche Arten des Decksandes und Gesteinsfeldes aufweist.

Nach 6 km tritt etwas Grauwacke auf, dann geht es in einen Kessel hinab, die Massarinyani Vley.

Die Massarinyani Vley (Fig. 2) ist ein Kessel, der in die Ebene des Kalaharisandes ca. 20 m tief eingesenkt ist. Der Boden ist eben wie ein Tisch und fast vegetationslos. Der Durchmesser dieser Ebene beträgt von W.S.W. bis O.N.O. 1000 m, senkrecht zu dieser Richtung 600 m. Die Ränder steigen ziemlich sanft an, so daß die oberen Ränder auf der Seite des kurzen Durchmessers um 2—300 m zurücktreten. Auf der O.N.O.- und noch mehr auf der W.S.W.-Seite dagegen tritt der Rand weiter zurück, so daß der Kessel eine lang gestreckte Form erhält.

Der Kessel ist nicht in den Sand, sondern in festes Gestein eingesenkt, und zwar in Chansegrauwacke (Fig. 4). Dieselbe tritt auf der O.S.O.-Seite am oberen Rande des Kessels aus dem Kalaharisand in langen Schichtenköpfen hervor, die nach 70°, also genau entsprechend der Längsachse des Kessels, streichen. Auf den anderen Seiten liegen Grauwacken- und Quarzbrocken so zahlreich in dem Sand nahe dem Rand, daß an dem Auftreten dieses Gesteins unter dem Sand nicht gezweifelt werden kann.

Über den Grauwacken liegt auf der Hochfläche der Kalaharisand, der jedoch wegen der zahlreichen Gesteinsbrocken, die er enthält, besser Decksand genannt werden dürfte. Teilweise tritt aber auch Kalaharikalk in Form harter Sinterkalkschollen und Rinden auf dem Grundgestein zutage.

Die Gehänge des Kessels sind zum großen Teil von herabgewehtem Sand überschüttet, allein zahllose Gesteinsstücke und einige Aufschlüsse in Erdferkellöchern lassen das liegende Gestein deutlich erkennen. Die losen Gesteinsstücke bestehen aus hartem Sinterkalk mit Rinden, aus Pfannensandstein, Chalcedonsandstein und Chalcedonbrocken, also Gesteinen der Botletleschichten und des Kalaharikalks. Die Stücke haben meist Erbsen- bis Walnußgröße, jedoch sind sie auch faust- und handgroß.

Östlich des Weges nach Bolibing tritt unter dünner Erdschicht Pfannensandstein zutage mit grünlicher kieseliger Grundmasse, in der 1 mm große Quarzkörner stecken. Dicke Kalkrinden überziehen dieses Gestein.

In der Nähe war durch ein Erdferkelloch ein kleiner Aufschluß geschaffen worden. Unter graugelber Erde mit Kalkknollen lag knolliger mürber Kalksandstein mit bis kopfgroßen Kuchen von hartem Sinterkalk. Weiter nach Süden hin war viel gelblicher sandfreier dichter Kalk mit Succinea und Physa zu finden.

Auf der Ostseite kam grüner verkieselter Pfannensandstein wiederholt vor. In einem Erdferkelloch war unter einer 20 cm starken grauen kalkreichen Erdschicht ein von Kalk verkitteter Sand mit bis faustgroßen Geröllen von hartem Sinterkalk aufgeschlossen. Aus dem Loch selbst war ferner ein bandtellergroßes Stück roten Chalcedonsandsteins und weißer Chalcedon ausgeworfen worden. Beide müssen unter oder in dem Kalk liegen. Die Oberfläche des Chalcedons war mit 4—8 eckigen wabenähnlichen Gruben bedeckt, entsprechend konzentrisch geschichteten Kugeln, die das Innere des Chalcedons anfüllen.

Solche Chalcedon-, sowie Chalcedonsandstein- und Kalkstücke sind rings um den Kessel auf dem Gehänge hier und dort nachweisbar.

Auf der Südseite sind nahe dem Weg zu den Koppjes am Gehänge folgende Schichten erkennbar (Blatt 13, Fig. 3).

Oben der rötliche Kalaharisand. Darunter folgen Schollen von hartem Sinterkalk, die nach unten hin zahlreiche Stücke von verkieseltem Pfannensandstein einschließen. Im untersten Teil des mit Sand bedeckten Abhangs waren vorwiegend Stücke von Gesteinen der Botletleschichten zu finden.

Aus dieser Beobachtung dürfte hervorgehen, daß zu unterst am Gehänge Botletleschichten liegen, die von Sinterkalk bedeckt werden. Eine Breccie oder ein Konglomerat aus Chalcedon- oder Pfannensandstein in Sinterkalk bildet den Übergang zwischen beiden. Zu oberst liegt der Kalaharisand.

Fig. 3 zeigt den Durchschnitt durch den Südrand des Kessels. Oben A die tatsächlich an der Oberfläche beobachteten Gesteinsarten, unten B das nach den Befunden an anderen Stellen des Kessels ergänzte Profil.

Der Boden des Kessels ist, wie gesagt, eine fast kahle Ebene, glatt wie ein Tisch. Sie besteht aus einem mit Kalkerde verkitteten Sand, der an zersetzten vegetabilischen Substanzen reich ist und deshalb schmutziggrau aussieht. Wenn dieselben fehlten und das Kalkzement erhärtet wäre, so würde ein Kalksandstein vorliegen. Denn die Sandkörner liegen einzeln in dem Kalkzement. Diese Ablagerung gleicht durchaus der in der Bucht von Toting.

Wie ist diese Kesselbildung zu erklären?

Da eine Auswaschung durch Wasser bei der geschlossenen Form des Kessels nicht denkbar war, so dachte ich zunächst an einen lokalen Einbruch. Das Vorhandensein der Botletleschichten innerhalb des Kessels wäre dann zu erklären gewesen, nämlich als eine abgesunkene der Erosion entgangene Scholle. Es ist auch nicht zu leugnen, daß der Kalk innerhalb der Vertiefung weit reichlicher auftritt als außerhalb. Er konnte also entweder mit abgesunken oder innerhalb des Beckens zur Ablagerung gelangt sein. In jedem Fall mußte man dann unter dem jungen Alluvium, das jetzt den Boden bedeckt, den Kalaharikalk und darunter die Scholle der Botletleschichten finden.

Teils in der Hoffnung Wasser zu finden, teils um über die Natur dieses seltsamen Kessels ins klare zu kommen, ließ ich denselben durch einen der Prospektoren mit einer Bohrmaschine untersuchen. Es war ein Bohrapparat mit festem Gestänge, der ein zweizölliges Loch in den Boden einstampfte. Die Gesteinsproben kamen dabei wohl zertrümmert heraus, allein sie waren doch deutlich erkennbar. Durch je eine Linie wurde der Boden des Kessels seiner ganzen Länge und Breite nach mit Bohrlöchern in ca. 100 m Abstand erforscht.

Das Resultat war ein überraschendes. Der mit Kalkerde verkittete Sand

hat überall eine gleichmäßige Mächtigkeit von 10—12 Fuß, sowohl am Rande des Kessels, wie in der Mitte. Der Boden bildet also eine glatte Ebene. Das Gestein, das unter dem Alluvium liegt, ist graue und grünliche Chansegrauwacke. Weder vom Sinterkalk, noch vom Pfannensandstein oder Chalcedonsandstein war auch nur die geringste Spur zu finden!

Aus diesem Befund geht mit Sicherheit hervor, daß die Einsenkung einen glatten horizontalen Boden aus Grauwacken hat und daß Kalaharikalk und Botletleschichten nur auf den Gehängen des Kessels liegen.

Den Versuch, diese eigenartigen Verhältnisse zu erklären, wollen wir vorläufig unterlassen, bis wir mehr Beobachtungen über ähnliche Vorkommnisse an andern Plätzen haben.

II. Von Massarinyani Vley nach Bolibing.

Der Weg von den Koppjes nach Bolibing durchzieht die ganze Vley und steigt dann am nördlichen Abhang hinauf. Auf der Hochfläche liegt, wie im Süden, rötlicher Sand mit Brocken von Kalk und Quarz bis Haselnußgröße, sowie mit kleinen rötlichen und weißen Chalcedonen. 800 m vom Kesselrand entfernt sind Blöcke zersetzter blätteriger grauer quarzitischer Grauwacke mit Rostflecken zu beobachten. Gleich darauf tritt Sinterkalk mit Stücken obiger Grauwacke und Rindenkalk auf. Stücke und Brocken von Sinterkalk und Grauwacke sind in dem rötlichen oder gelblichbräunlichen Sand überall zu finden. Interessant sind auch Termitenkegel aus weißer Kalkerde auf dem rötlichen Sand.

Nach 3.5 km treten graubrauner bis violetter Chalcedon und Stücke grauer Grauwacke auf. Dann folgt in einer Senkung eine Kalkpfanne, die aus Bänken rauchgrauen, sandarmen Kalktuffs besteht, der massenhaft Gastropoden, besonders große Schalen von Ampullaria occidentalis enthält. Ein richtiger Pfannenkrater ist nicht zu bemerken, vielmehr bildet der Kalktuff eine aus anstehenden Bänken und Geröll bestehende rundliche Fläche.

Etwa 150 m nördlich der Pfanne steigt der Weg auf einen 3—4 m hohen Rücken aus dunkelrauchgrauem bis violettem dichtem Chalcedon mit hellen Rostflecken hinauf. Diese Chalcedonmasse wird von einem Gang weißen Quarzes durchzogen, der mehrere Fuß mächtig ist und als Wall emporragt. In seiner Begleitung treten Reste dunkelgrüner chloritischer Schiefer auf. Diese Chalcedonmassen sind wahrscheinlich silifizierte Gesteine der Chanseschichten.

Nach 6.5 km steigt man in einen Kessel herab, der wie die Massarinyani Vley nach 70° in die Länge gezogen ist und den ich Leboana Vley genannt habe. Die Südseite hat ein sanftes Gehänge, die Nordseite dagegen ist erheblich steiler. Die Einsenkung ist ca. 10 m tief, der aus kalkreicher Erde bestehende Boden hat etwa 300 : 400 m Durchmesser. Da er jedoch ziemlich dicht bewaldet ist, so ist die Schätzung unsicher. Kalkerde mit Kalkgeröll bildet die Gehänge. Nur auf der Nordseite steht harter Sinterkalk in wulstigen Massen und Kuchen an, der auf der Höhe des Randes sogar einen 1—2 m hohen flachen Wall bildet. Er enthält eluviales Geröll von Quarz und rotem Chalcedonsandstein, die jetzt aus dem Kalk herausgewittert sind. Der Kessel gleicht durchaus dem der Massarinyani Vley und hat demnach wohl auch einen ähnlichen Bau und ähnliche Entstehungsart.

Von der Höhe des Walls erblickt man zum ersten Mal die Ebene, in der der Ngami liegt. Es folgt von hier ab unaufhörlich der rötliche Sand mit dichtem Busch bedeckt. Anfangs treten Kalkknollen, dann Chalcedonsandsteine wiederholt auf, bis man den 15—20 m hohen Südrand des Okavangobeckens erreicht.

III. Von Kwebe nach Toting.

Das Gebiet zwischen Kwebe und dem Ngamisee und -fluß gehört zu den häßlichsten und trostlosesten Teilen der keineswegs mit landschaftlichen Reizen

ausgestatteten Kalahari. Tiefer Sand, kein Wasser, kein Gras für die Tiere, ohne jede Abwechslung immer derselbe undurchdringliche bäßliche Buschwald, in dem man nur zu leicht beim Ausspannen die hungrigen, nach Futter und Wasser suchenden Tiere verliert, — so ist das Land beschaffen. Wenn irgend möglich durchreist man diese 28 km lange Strecke in der Nacht. Auch für den Geologen bietet das Land wenig, weil der Sand alles verhüllt, aber die Geschichte dieses Sandes selbst birgt andererseits interessante Probleme in sich.

Verläßt man das Porphyrgebirge von Kwebe, so durchquert man zunächst die Ebene der Kalkvley, dann den mit hartem Sinterkalk bedeckten Grauwackenrücken und steigt nun langsam eine Fläche von Decksand empor, aus der noch einmal ein Quarzgang die liegenden Grauwacken verrät. Der Decksand geht in tiefen rötlichen Sand über, indem er einen Abhang hinaufsteigt, der auf der ganzen Nordseite die Gesteinsinsel der Kwebeberge umgibt (Fig. 5).

Hat man die Höhe des ca. 15—20 m hohen, aber sehr allmählich ansteigenden Sandabhangs erreicht, so geht man über mehrere flache, durch breite Täler getrennte, W.S.W.—O.N.O. streichende Wellen hin. Im ganzen sind 4—5 große Wellen vorhanden. Rötlicher Sand und dichter Busch bedecken alles. Nur einmal treten in einem Wellental kleine Brocken aus mürbem Kalk auf. Etwa 8 km vor Toting senkt sich das Land. Kleine bis höchstens erbsengroße Brocken von Kalk und Diabas treten auf, werden immer reichlicher, und ohne merkliche Grenze erreicht man den Boden der Diabasbucht von Toting. Der Rand südlich des Ngami ist übrigens nur an dieser Stelle so sanft geneigt, im allgemeinen ist er steil und schroff.

Der Kalabarisand südlich von Toting bildet also ein mit langen W.S.W. bis O.S.O.-streichenden Sandwellen bedecktes Land, das nach dem Ngami ziemlich schnell 15—20 m, nach dem Kwebegebiet mit langer flacher Böschung abfällt.

IV. Von Kwebe nach Lekala.

Ebenso einförmig, wie der Weg nach Toting, ist der nach Lekala, der im Juli 1897 angelegt wurde.

Etwa 5.5 km nördlich Tschutschuani enden die letzten Brocken von Kalaharikalk; rötlicher Sand steigt einen flachen Abhang hinauf, der hier bereits erheblich niedriger ist, als westlich am Totingweg. Aber hier, wie dort folgen dann lange Wellen und Täler in annähernd west-östlicher Richtung hin. Gestein tritt nur einmal zutage, nämlich am Boden einer ca. 400—500 m breiten und 10 m tiefen Senkung, ca. 10.5 km nördlich von Tschutschuani. Es ist rötliche Grauwacke der Chanseschichten, die in Blöcken und wohl auch anstehend zutage tritt. Sonst verhüllt der Sand alles Gestein, bis man zum Ufer des Ngamiflusses hinabsteigt, wo nur wenige Kalkbrocken das Vorhandensein des Kalaharikalks verraten, in den das Flußbett eingeschnitten ist.

V. Das Sandfeld südlich des Ngami.

Die Darstellung der geologischen Verhältnisse der Seeküste haben wir stets an der Grenze des Kalaharisandes abgebrochen. Indes habe ich gewöhnlich 1—2 km weit Ausflüge in das Sandfeld hinein gemacht, einmal auch einen längeren Ausflug zur Fischvley. Überall bot sich dasselbe abschreckende Bild: tiefer roter Sand in breiten flachen Wellen, die parallel der Küste streichen, dichter bäßlicher Buschwald, nirgends Wasser und Gras, kurz eine trostlose Gegend.

In Kürze gebe ich hier die Resultate der Untersuchungen.

Ein roter feinkörniger Sand bedeckt das wellige Land, dessen Gestein jedoch häufig in einzelnen Blöcken und als feiner Grus zu beobachten ist. Die Gesteinsstücke liegen oft auf der Höhe der Wellen, in andern Fällen dagegen

in den Wellentälern. Bestimmte Regeln gibt es nicht. In diesen Tälern findet sich meist ein grauer humoser, sandiger Boden. Die Tiefe des Sandes wechselt sehr, jedoch dürfte er nirgends sehr tief sein. Von den Gesteinen, die im Sand auftreten, ist in erster Linie der Kalaharikalk zu erwähnen, der anscheinend überall das Grundgestein bedeckt, sodann Chalcedonsandsteine und lose Chalcedonstücke. Letztere sowohl, als Quarzgerölle und Kies sind in den liegenden Partien des Kalaharisandes nicht nur häufig, sondern bilden in der Nähe des Sees geradezu Geröll- und Kiesschichten.

Interessant ist es, den Übergang des Sandfeldes zum Plateaurand zu studieren. Wo der Sand den Abhang gegen den See hin bedeckt, geht er ohne besondere Merkmale in den grauen Flußsand des Beckens über. Nur enthält er nahe dem Plateaurand mehr Gesteinsstücke des Untergrundes als sonst. Wo dagegen am Rand das Gestein zutage tritt, bildet nur der Kalaharikalk die Decke, nicht der Sand. Derselbe beginnt erst hinter dem Plateanrand mit flacher Böschung. Denn zwischen dem Rand und der Böschung liegt noch eine flache mit granem oder rötlichem, oft tonig-humosem Sand erfüllte Mulde. Fig. 6 gibt ein genau abgemessenes Profil durch die Grenze zwischen Gesteinswall und Sandböschung von der Westseite der Bucht südlich Ssopotes Kraal.

Am 13. August 1897 machte ich von unserem Lager bei Ssopotes Kraal aus einen Ausflug nach der von unseren Prospektoren gefundenen Fischvley. Nach Passieren der Kalkstufe der Mittleren Ngamischichten ging es über die Geröllzunge, die von Osten her übergreift, dann beständig über lange, parallel der Küste streichende Sandwellen. In den Wellentälern lag gewöhnlich grauer Boden mit Kalk- und Quarzbrocken.

Die Fischvley ist ein runder Kessel, der in die wellige Plateaufläche eingesenkt ist, ganz gleich der Massarinyani Vley. Die Vertiefung an sich hat eine längliche Gestalt, und zwar streicht die Längsachse von S.W. nach N.O., also parallel der Küste. Der Abhang auf der Südostseite steigt ziemlich steil an, die anderen haben eine flachere Böschung. Die Tiefe des Kessels beträgt 10—12 m. Der Boden der Vley ist kreisrund, hat einen Durchmesser von 220 m und ist eben wie ein Tisch.

Die geologische Beschaffenheit ist folgende.

Der Kalaharisand des Plateaus steigt die Gehänge der Vertiefung hinab, nimmt aber in der Tiefe des Kessels eine graue helle Farbe an. Auf der steilen Südostseite finden sich jedoch zahllose bis doppeltfaustgroße Rollstücke von Quarzporphyr, Quarz, Chansegrauwacken und Stücke von Grauwacken der Oberen Ngamischichten mit Geröllen. Die Rollstücke stammen nämlich aus Konglomeraten der Oberen Ngamischichten, die wie in der Rengakabucht entwickelt sind. Die Lagerung dieser war indes nicht festzustellen.

Von Osten her mündet in die Vley ein kleiner Wasserriß, dessen Rinne mit zerfressenem löcherigem sandigem Kalktuff ausgefüllt ist. Derselbe enthält zahlreiche Gastropoden, und zwar Succinea, Physa und Planorbis. Stücke harten Sinterkalks im Umkreis der Vley zeigen, daß er dieselbe allseitig umgibt. Der Boden ist ganz so beschaffen, wie in der Massarinyani Vley und in der Bucht von Toting, nämlich ein unreiner sandreicher Kalktuff, reich an vegetabilischen Substanzen und daher grau bis dunkelgrau gefärbt. An der Oberfläche ist er infolge wiederholter Überschwemmungen in einen schwärzlich grauen Schlammboden verwandelt worden, der beim Austrocknen abblättert. In der Mitte der Vley lag ein tadellos erhaltenes ca. 50 cm langes Skelett eines Süßwasserfisches, dessen Erhaltungszustand deutlich bewies, daß das Tier an Ort und Stelle verendet und verfault war. Wäre es durch Menschen oder Tiere verschleppt worden, so hätte es wohl kaum so vollkommen erhalten sein können. Dieser Befund zeigt, daß die Fischvley vor nicht langer Zeit dauernd Wasser gehabt haben muß.

Um die geologische Natur dieses abgeschlossenen kraterähnlichen Kessels

zu erforschen, ließ ich den Boden desselben im September 1898 mit Bohrapparaten untersuchen. Es stellte sich heraus, daß die Ausfüllung des Sees ziemlich gleichmäßig 8—10 Fuß tief ist. Der graue Kalkboden nimmt in der Tiefe eine braunrote Farbe an, weil er aus aufgearbeiteten roten Kalkmergeln besteht. Die Kalkmergel selbst stehen in einer Tiefe von durchschnittlich 3 m an. Dabei muß man hervorheben, daß die Alluvien am Rande der Vley genau so tief sind, wie in der Mitte.

Die roten Kalkmergel sind zweifellos Mittlere Ngamischichten, die im Süden von den Konglomeraten der Oberen Stufe überlagert werden. Ein Profil durch die Fischvley zeigt also die in Fig. 7 wiedergegebenen Verhältnisse.

Wie in der Massarinyani Vley handelt es sich auch hier um einen in die Plateaufläche eingesenkten Kessel mit völlig horizontalem Boden, der dasselbe Problem bietet, wie jene, nämlich das Problem der Entstehung einer geschlossenen Hohlform ohne sichtbaren Ausfuhrkanal und ohne nachträgliche Ausfüllung durch die Deckschichten.

Die Vegetation des ganzen Landstrichs südlich des Ngami ist sehr einförmig. Der Nordrand gegen den See ist von entsetzlich dichtem Busch bedeckt, der hauptsächlich aus Motsiara besteht. Die See-Ebene ist nicht so üppig bestanden. Auf dem Flußsand findet sich meist lichter Steppenwald, in dem Mochoto — Kameldorn — die Hauptrolle spielt. Wald von großer Dichte und Höhe findet sich nur lokal in der Umgebung des Buschmanntals. Wo Felsboden in der See-ebene flächenhaft auftritt, stellt sich auch der undurchdringliche Busch ein, wie am felsigen Gehänge. Grasflächen mit wenig Büschen und Bäumen finden sich nur vereinzelt in der See-Ehene, namentlich im Bereich der Lagunen und in dem nördlichen Teil der Rengakabucht auf dem aschenreichen Alluvialboden. Außerordentlich reich an Melonen — Makapana — sind die sandigen Ebenen des alten Seebodens, die wirtschaftlich als Nahrung für Vieh und Menschen sehr wichtig sind.

Das Sandfeld südlich des Sees ist, wie wiederholt betont wurde, ein entsetzlich ödes Buschfeld. Der Charakter der Vegetation ist zwischen den Mahüle a pndi und Bolibing nirgend richtiger Kalaharibusch, sondern Decksandbusch, d. h. gemischter Wald von Motsiara, Mangana, Mossú, Moloto, Moga und vielen anderen Bäumen und Sträuchern. Wo Kalkboden herrscht, werden wir auch nach den Vaalbüschen nie vergeblich suchen.

Das ist die Vegetation der Gesteinsebene nördlich der Koppjes. Auf dem schwarzen humosen Lehmboden nördlich des Steilrandes nimmt sie einen anderen Charakter an, indem zerstreut stehende hohe Molotoakazien auf grasiger Ebene fast ohne alles Unterholz herrschen. Nur in einer wenige Kilometer breiten Zone findet sich dieser Molotohuschwald. Weiter nördlich, wo die Baobabs in zahlreichen Exemplaren stehen, herrscht schon wieder gemischter Wald. Weiter nördlich nähert sich die Vegetation mehr der der Kalahari. Mochonono, Mohata, Sitzi, Mochailechaile nehmen an der Zusammensetzung des dortigen Busches starken Anteil, allein das Vorkommen zahlreicher Bäume und Sträucher des Decksandes zeigt doch, daß der Sand nirgends sehr tief sein kann. Das kann man aus der Vegetation mit Sicherheit folgern. Lichtungen, wie sie nördlich der Berge häufig sind und auch in der Mitte nicht fehlen, wurden auf der Nordplatte nie beobachtet.

Kapitel XI.

Überblick über die geologischen Verhältnisse des Ngamirumpfs.

Der Ngamirumpf ist das Gebiet südlich des Ngami, in dem sich das Grundgestein des Landes in den Oberflächenverhältnissen und der petrographischen Beschaffenheit der Deckschichten geltend macht. Die Nordgrenze wird von dem Südrand des Okavangobeckens, die Südgrenze aber durch die Kette der drei Gebirgsgruppen gebildet. Unbestimmt ist die Ost- und Westgrenze. Hier seien ziemlich willkürlich folgende Grenzen gewählt. Im Westen die Niederungen und Arme im Mündungsgebiet der Groot Laagte, im Osten die Verbindungslinie von Lekala am Ngamifluß nach der N.O.-Ecke der Kweheberge.

Dieses Gebiet wird durch eine mittlere Senkung in drei Zonen gegliedert:

1) Die Nordplatte.
2) Die Zentralsenke.
3) Die Südplatte.

Die Zentralsenke ist ein Graben, der im Westen am Wege von Belibing nach Mahäle a pudi sehr deutliche Ränder hat. Namentlich der 30 m hohe Südabhang ist steil. Nach Osten hin verflacht sich die Senke und ist auf dem Wege Toting—Kwobe nicht mehr recht nachweisbar. So sind denn Südplatte und Nordplatte nur im Westen scharf begrenzt.

Die Höhenverhältnisse sind folgende.

Der Boden des Ngami hat ca. 945 m Meereshöhe, die Massarinyani Vley soll 990 m, die Ebene der Nordplatte in ihrer Umgebung also ca. 1010 m haben. In der Zentralsenke ist Buimanu, d. h. der Ort an den Baobabs, nach *v. Francois'* Messung ca. 970 m hoch. Die Südplatte am Fuß der Mahäle a pudi dürfte ca. 1100 m hoch sein, die Perlhuhn Vley 1080 m. Da die Ebene am Fuß der Kwobeberge nur ca. 950 m hoch zu liegen scheint, so müßte sich die Zentralsenke vom Belibingweg nach Osten hin leicht senken, Nord- und Südplatte dagegen in dieser Richtung um 100—150 m abfallen. An der See kommt dieser Abfall nicht zum Ausdruck, vielmehr steigt das Plateau von der Seeküste bis zur Leboana Vley ganz allmählich um wohl 50 m an.

I. Das Grundgestein.

Zwei große Formationen setzen dasselbe zusammen, die Chanseschichten und Ngamischichten. Dazu kommen drei Eruptivgesteine, Totingdiabas, Kweheporphyre und Ngamidiabase.

1) Die Chanseschichten bestehen ganz überwiegend aus verschiedenen Grauwacken von sehr altem Habitus, ganz untergeordnet sind Schiefertone und Kalksteine. Fossilien sind nicht gefunden worden. Eingelagert zwischen die Chansegrauwacken sind Lager von Totingdiabas. Material derselben ist auch

manchen Grauwacken beigemengt. Andererseits durchsetzt auch Totingdiabas (bei Litutwa) die Grauwacken unter Bildung von Kentaktmetamorphosen. Die mikroskepische Struktur weist auf starke Pressung hin.

Die Chanseschichten setzen weitaus den größten Teil des Ngamirumpfes zusammen, soweit überhaupt das Gestein bekannt ist. Die in sie eingelagerten Totingdiabase kommen in größerer Menge im Kwehegebiet, besonders aber in der Bucht von Toting vor, sonst nur an einigen Stellen in Form von wenig mächtigen Gängen und Lagern.

Die Lagerung ist überall stark gestört und die Schichten steil aufgerichtet. Freilich ist sie nur ausnahmsweise mit Sicherheit festzustellen, da einerseits gute Aufschlüsse nicht häufig sind, andererseits eine energische transversale Zerklüftung die Schichtung verdeckt. Letztere fällt mit dem Schichtstreichen zusammen.

Das Streichen hat eine bestimmte Anordnung. Im westlichen Teil ist dasselbe 70—67°, also Chanserichtung. Dieselbe geht nach Osten hin in 60° über (Monekauberge, Rengakahucht), und in den Kwehebergen in 50° — Kaffrariarichtung. Noch weiter östlich findet sich im Buschmanntal die Tschorilorichtung 30—35°. Wahrscheinlich bilden die von 70 nach 50° umbiegendon Schichten wirklich einen Bogen, ob aber die Schichten am Buschmannstal die Fortsetzung desselben oder eine besondere Scholle sind, ist ungewiß.

Sehr interessant ist das Auftreten von Klüften in der Richtung 153° — Damararichtung — am Südrand der Zentralsenke, während der Diabasgang von Litutwa der Tschorilorichtung folgt.

Die Mächtigkeit der Chanseschichten ist nicht bekannt, ebensowenig eine Gliederung aufzustellen.

2) Die Kweheporphyre sind Quarzporphyre verschiedener Struktur, und zwar Mikrogranite. Ihre mikroskopische Struktur, sowie die an sie geknüpften dynamometamorphen Gesteine weisen auf energische tektonische Pressung hin. Sie setzen die drei Berggruppen fast ausschließlich zusammen, erreichen eine Mächtigkeit von mehreren Kilometern und sind anscheinend nach Aufrichtung der Chanseschichten und Eruption der Totingdiabase auf einer bogenförmigen Spalte hervorgebrochen. Möglicherweise bezeichnet letztere den Verlauf einer Verwerfung. Bestimmtes kann man nicht angehen, da das Grundgestein südlich der Bogenlinie nicht bekannt ist. Daher ist es auch unbekannt, ob die Porphyre zwischen Chanseschichten stecken oder eine andere Formation im Süden folgt.

Die tektonischen Richtungen sind in den Mahäle a pudi und Monekau 60°, also Übergang von der Chanse- zur Kaffrariarichtung, in den Kwehebergen aber ausgesprochen Kaffraria- und Kaprichtung.

3) Die Ngamischichten.

Die zweite sedimentäre Formation besteht aus drei Gliedern: unten Grauwacken, Konglomerate und Sandsteine, in der Mitte Kalksteine, Mergelkalke, Dolomite, Kalksandsteine in auffallend schnellem Wechsel — Faziesbildung — eben wieder Konglomerate, Grauwacken, Grauwackensandsteine. Sie ist in Form von Schollen am Nordrand des Ngamirumpfes vorhanden, findet sich aber auch innerhalb desselben, allerdings nicht sehr weit von dem Nordrand entfernt. Fossilien wurden nicht beobachtet. Die Mächtigkeit der oberen und unteren Stufe ist nicht bekannt, die mittlere dürfte kaum über 50 m erreichen.

Die Ngamischichten liegen in dem gleichen Niveau, wie die Chanseschichten, sind also gegen dieselben verworfen. Obwohl in eine Unzahl von Schollen zertrümmert, geht das Streichen doch recht gleichmäßig nach 50°, also Kaffrariarichtung, der Einfallswinkel ist aber 10—20° S.O. Nur in den Rengakabuchten, wo die Zertrümmerung am stärksten ist, sind auch andere Richtungen häufig, z. B. 35° (Tschorilorichtung), 80° und auch 70° (Chanserichtung). Transversale

Zerklüftung fehlt, wohl aber treten charakteristische Spalten auf, z. B. nach 50°, 33°, 80° und namentlich auch 130°, also Schadnmrichtung.

Die Schollen der Ngamischichten werden von Eruptivgesteinen durchbrochen, den Ngamidiabasen, und zwar teilweise unter Bildung von Kontaktmetamorphosen. Sie sind fast nur in der Rengakabucht zu finden.

Das Alter der Gesteine.

Aus Mangel an Fossilien kann man das absolute Alter der Formationen nicht bestimmen, sondern nur die relative Anfeinanderfolge.

Die Chansoschichten sind die ältesten Gesteine von sehr altem Habitus. Die Totingdiabase sind, teilweise mindestens, jünger, scheinen z. T. aber auch gleichalterig zu sein, da manche Grauwacken Diabasmaterial enthalten.

Die Quarzporphyre sind jünger als die Chanseschichten und älter als die Oberen Ngamischichten, die Rollstücke von Quarzporphyr enthalten.

Die Ngamischichten sind jünger als die Chanseschichten, aus deren Material sie z. T. sicher aufgebaut sind. Ob sie eine einheitliche Formation sind, ist zweifelhaft, da die Oberen Ngamischichten Rollstücke der Mittleren Stufe enthalten. Demnach waren letztere bereits erhärtet, vom Meere entblößt und der Zerstörung preisgegeben, als sich erstere bildeten. Dislokationen konnten also recht wohl schon nach Ablagerung der Mittleren Stufe stattgefunden haben; indes liegt am See die Obere Stufe konkordant auf der Mittleren.

Die Ngamidiabase schließlich sind das letzte Glied und wohl in einer Periode lebhafter tektonischer Bewegung hervorgebrochen, der letzten im Ngamirumpf, soweit bisher bekannt.

Die geologische Entwicklnng des Fundaments ist, sowoit wir bis jetzt urteilen können, folgende.

Eine aus Grauwacken bestehende Schichtenreihe wurde zu einem Gebirge aufgerichtet. Nach, z. T. wohl auch während der Ablagerung der Schichten erfolgten Eruptionen von Diabas (Totingdiabas).

Das Gebirge wurde abgetragen, und auf ihm lagerten sich die Ngamischichten ab.

Jetzt kommen wir zu einer wichtigen Frage:

Wann erfolgte die Eruption der Quarzporphyre? Wahrscheinlich bei der Aufrichtung der Chanseschichten, da sie selbst tektonische Pressung erfahren haben. Nun sahen wir aber, daß Konglomerate der Oberen Stufe der Ngamischichten Gerölle von Gesteinen der Mittleren enthalten. Demnach wäre eine tektonische Störung der letzteren vor Ablagerung der ersteren denkbar und könnte von Eruptionen der Porphyre begleitet gewesen sein. Wir können vorläufig jedenfalls nur sagen, daß die Quarzporphyre jünger als die Chanse-, älter als die Oberen Ngamischichten sind.

Sicher ist es, daß nach Ablagerung der Oberen Ngamischichten tektonische Störungen begannen, die von dem Ausbruch der Ngamidiabase begleitet waren. Diese Störungen bestanden — soweit bisher erkennbar — in einem Absinken von Schollen, und zwar am Rande des jetzigen Okavangobeckens. Was wir von Ngamischichten beobachtet haben, macht den Eindruck der Randpartie eines größeren Senkungsfeldes im heutigen Okavangobecken. Dort sind diese Schichten erhalten geblieben, auf der Höhe des Ngamirumpfes aber bis auf Reste — Fischvley — abgetragen.

II. Die Deckschichten.

Das Grundgestein wird von jüngeren Gebilden überlagert, die mit dem Fundament nicht organisch verbunden sind. Sie sind zum großen Teil lockere

Ablagerungen; wo sie verfestigt sind, nehmen sie nie an den tektonischen Richtungen teil. Man kann sie einteilen in

1) Botletleschichten.
2) Kalaharikalk.
3) Kalaharisand.
4) Rezente Bildungen.

1) Die Botletleschichten.

Sie bestehen aus Sandsteinen mit einem sehr charakteristischen Zement, in den tieferen Partien aus Chalcedon, in den höheren aus Kalk. Scharfe Grenzen sind nicht vorhanden, vielmehr sind beide Stufen nicht nur durch zahlreiche Übergänge verbunden, sondern auch die Kalksandsteine in vielen Fällen nachträglich verkieselt und in Chalcedonsandstein umgewandelt worden. Diese Umwandlung kann auf weite Strecken hin total oder nur ganz lokal erfolgt sein. Mikroskopisch läßt sich ihr Beginn durch Auftreten von Chalcedonskeletten fast überall nachweisen. Auch in den liegenden Partien ist die Verkittung mit Chalcedon oft sehr lokal, und bald nesterartig, bald schichtenförmig verbreitet. So überwiegt denn Einkieselung im Liegenden, Verkieselung im Hangenden. Auch Bänke und Lagen reinen Chalcedons kommen im tiefen Niveau vor.

Im Bereich des Okavangobeckens sind die Botletleschichten ganz besonders mächtig entwickelt und als Rengakaschichten mit besonderer Farbe auf der Karte ausgeschieden. Man darf freilich nicht die Möglichkeit außer acht lassen, daß die Rengakaschichten der Karroformation angehören könnten, nachdem letztere mit Sicherheit in der Nähe der Viktoriafälle am Sambesi nachgewiesen worden ist. Wenn ich nicht geneigt bin, sie für Karroschichten zu halten, so liegt der Grund dafür einmal in ihrer petrographischen Ähnlichkeit mit den Botletleschichten, sodann aber auch darin, daß die Rengakaschichten anscheinend nirgends von den Ngamiaphaniten durchbrochen werden, die, wie später ausgeführt werden soll, mit den Mandelsteinen und Aphaniten der Postkarrozeit identisch sein dürften.

Zwei für die Botletleschichten sehr charakteristische Bildungen sind die Übergangsgesteine und die brecciösen Gesteine.

Die Übergangsgesteine sind alte Gesteine des Fundaments, die sich noch in ursprünglicher Lagerung befinden, aber derartig sekundär von Chalcedon durchtränkt sind, daß sie mikroskopisch jungen Gesteinen der Botletleschichten gleichen. Diese auf primärer Lagerstätte befindlichen eingekieselten Gesteine gehen häufig allmählich in Gesteine über, die aus Bestandteilen verschiedener alter Gesteine bestehen. Man gewinnt den Eindruck, daß ursprünglich ein gemischter Schutt alter Gesteine entstanden sei, der sekundär durch Kieselsäure verkittet wurde.

Die brecciösen Gesteine bestehen dagegen aus eckigen Bruchstücken älterer Gesteine, die durch Chalcedonsandstein verkittet sind. Dieser Chalcedonsandstein ist in den tieferen Partien eingekieselt, in den oberen verkieselt. Auch Breccien in Kalksandstein kommen vor. Eine besondere Art der brecciösen Gesteine ist die Breccie von Botletlegestein in Botletlegestein, also Chalcedon oder Chalcedonsandstein in Chalcedonsandstein, Kalk oder Kalksandstein in Kalksandstein.

So bestehen denn die Botletleschichten aus außerordentlich mannigfaltigen Gesteinen, die überdies überraschend schnell wechseln können. Dazu kommt nun aber noch obendrein ihre außerordentlich ungleichmäßige Lagerung. Um diese verstehen zu können, müssen wir zunächst einen Blick auf die Oberflächenverhältnisse des Grundgesteins werfen.

Für die Oberflächenverhältnisse des Fundaments sind 5 Faktoren bestimmend:
1) Senken.
2) Ebene Flächen.
3) Wälle und Furchen.
4) Kessel.
5) Flußtäler.

1) Senken. Die größte Senke ist das Okavangobecken. In demselben haben die Botletleschichten die größte Mächtigkeit, während sie auf der Plateaufläche nur lokal in dünnen Decken übergreifen. Der Plateaurand war schon vorhanden, als sie sich bildeten, denn sie bestehen z. T. aus verkittetem abgerutschtem Schutt, der auf dem Abhang lag.

Die Zentralsenke ist in das Grauwackenfundament eingesenkt und auch hier sind die Chalcedonsandsteine ungewöhnlich mächtig. So besteht der Hügel Matobobologwe aus ihnen, und sie treten auch oft unter dem Sand der Ebene zutage.

2) Ebene Flächen. Die Südplatte ist tatsächlich eine auffallend glatte Ebene, ohne erhebliche Einsenkungen, und erst im Gebiet der Kwebeberge beginnen Wellen und Niederungen. Einen halben Meter hoch aufragende Quarzgänge fallen schon sehr auf. Auch die Zentralsenke scheint einen recht ebenen Boden zu haben, freilich bedeckt ja dort Chalcedonsandstein das Fundament, während er der Südplatte ganz zu fehlen scheint.

3) Wälle und Furchen. Am Buschmanntal sahen wir, wie Wälle und Furchen parallel dem Schichtenstreichen auftreten, und zwar liegen Diabasgänge in den Furchen. Anscheinend handelt es sich also wohl um Erosionsformen. Auch zwischen Bolibing und Rengaka haben die Grauwacken der Chanseschichten eine recht unregelmäßige Oberfläche; sie steigen am Plateaurand auf und nieder. Auf der Hochfläche folgen aber Wälle und Furchen von Sand parallel dem Streichen der Grauwacken, so daß man sie vielleicht für mit Sand bedeckte Gesteinswälle halten darf.

Am Plateaurand nun kann man sehen, wie sich die Botletleschichten mit Vorliebe in den Senkungen des Grundgesteins abgelagert haben und über dieselben nicht hinausgehen, auf dem Plateau dagegen liegen sie hier nicht vorwiegend in den Furchen. Man gewinnt also den Eindruck, daß die Botletleschichten eine hauptsächlich in dem Okavangobecken gebildete Ablagerung sind, die in die Vertiefungen des Grundgesteins eingedrungen ist, wie in die Buchten einer Küste, auf der Plateaufläche aber unregelmäßig und meist nur in Form loser Bruchstücke auftreten.

4) Kessel. Auf der Nordplatte finden sich beckenförmige Einsenkungen, die allseitig geschlossen, aber doch im Verlauf des Schichtenstreichens in die Länge gezogen sind. Gesteine der Botletleschichten fanden sich in der Massarinyanivley nur auf den Gehängen, nicht aber in der Tiefe. Möglich ist es ja, daß eine dünne Schicht von Chalcedonsandstein den Boden bedeckt, der in dem Grus des Bohrapparats unbemerkt blieb, bedeutend ist die Schicht aber sicher nicht.

In der Leboana- und Fischvley wurden Botletleschichten gar nicht beobachtet, ebensowenig in den Aushöhlungen des Diabases der Totingbucht. Wohl aber liegen dort Chalcedonsandsteine auf der Höhe des Randes der durchfurchten Diabasmasse, am Plateaurand im Süden und am Ngamifluß im Norden.

5) Flußtäler. Das einzige bedeutende Flußbett ist das des Buschmanntals. Dasselbe ist in das Fundament eingeschnitten, und Chalcedonsandsteine bedecken die Gehänge. Ob sie sich auch auf der ehemaligen Talsohle unter den jüngeren Alluvien finden, ist unbekannt.

Bezüglich der Lagerung und Verbreitung der Botletleschichten kann man also folgendes feststellen:

1) Die Botletleschichten fehlen der Südplatte, finden sich dagegen auf der Nordplatte, in der Zentralsenke und im Okavangobecken.

2) Sie bilden keine zusammenhängende Decke, sondern treten in vereinzelten Massen auf, die voneinander völlig getrennt sind. Lose Stücke von Chalcedon und Chalcedonsandstein sind im Bereich der Botletleschichten häufig, namentlich im Kalaharikalk.

3) Sie erreichen ihre größte Mächtigkeit in den Senken.

4) Ihre Lagerung ist oft sehr eigentümlich. Statt die Niederungen des Grundgesteins zu erfüllen, bedecken sie die Gehänge oder Ränder derselben. Auch können sie isolierte Hügel bilden (Matobobologwe). Im allgemeinen zeigen sie aber deutliche Abhängigkeit von der Oberfläche des Grundgesteins.

2) Der Kalaharikalk.

Über den Botletleschichten liegt eine Kalkablagerung, die in zwei Gesteinsarten auftritt, dem harten Sinterkalk und dem mürben Kalksandstein.

a) Der harte Sinterkalk ist ein Kalkstein, der reichlich Quarzsand enthält und Sinterstruktur besitzt. Häufig besteht er auch nur aus lamellierten Rinden. Im Liegenden bildet er oft eine Breccie mit eckigen Gesteinsstücken des Untergrundes und infiltriert die Spalten des letzteren. Solche Breccien enthalten nicht nur Bruchstücke von Gesteinen des Fundaments, sondern auch von Botletleschichten. Ja, es kommt vor, daß Botletlebreccien, die Stücke des Grundgesteins enthalten, ihrerseits als Breccie im Kalaharikalk liegen, also eine Doppelbreccie vorliegt.

Nach oben hin verschwinden die Gesteinsstücke schnell, indem sie gleichzeitig kleiner werden. Stücke von Chalcedon und Chalcedonsandstein sind außerordentlich häufig, auch da, wo die entsprechenden Schichten unten fehlen, also z. B. am Südrand des Ngami über Chansegrauwacken. Geröllmassen sind lokal am Buschmannstal eingebettet.

Der Rinden- und Sinterkalk überzieht Grundgestein und Botletleschichten als mehr oder weniger zusammenhängende Decke. Den Terrainformen des Untergrundes schmiegt er sich an. Bald ist er nur in Form von wenige Zentimeter starken Rinden entwickelt, bald schwillt er zu mehrere Meter mächtigen Massen an. Letztere bedecken nicht selten gerade Buckel und Rücken des Grundgesteins als mächtige Kappe. Er fehlt jedoch den Bergen und endet gewöhnlich an deren Fuß.

Das Alter des harten Sinterkalks läßt sich durch Gastropoden bestimmen, die freilich selten in ihm auftreten. Es sind Schalen von Sumpf- und Steppenschnecken, wie Physa und Succinea, und zwar sind es durchweg rezente Formen. Demnach kann das Alter nicht bedeutend sein, diluvial, höchstens jüngstes Tertiär. Diatomeen fehlen meist ganz.

b) Der mürbe Kalksandstein ist ein mit Kalk verkitteter Sand, der zweifellos in gewissem Gegensatz zum harten Sinterkalk steht. Seine genauere petrographische Beschaffenheit werden wir im nächsten Kapitel kennen lernen, da im Ngamirumpf gute Aufschlüsse fehlen. Hier findet er sich nur lokal, und zwar im Gegensatz zum Sinterkalk in Vertiefungen des Grundgesteins, z. B. der Kalkpfanne mit Ampullaria nördlich Massarinyanivley; ferner im Kwebegebiet. Die Ausfüllung der Vertiefungen der Massarinyanivley, Fischvley, Totingbucht rechne ich zu dieser Ablagerung. Ihre Mächtigkeit kann, wie z. B. in der Totingbucht, viele Meter betragen, bis zu 20 m. Auch der mürbe Kalksandstein enthält lokal Gastropoden, und zwar dieselben Arten, wie der Sinterkalk, sowie Ampullaria. Demnach hat er das gleiche junge Alter, wie diese. An Brackwasserdiatomeen ist er oft reich.

3) Der Kalaharisand.

Weit aus der größte Teil des Landes wird von einem rötlichen Sand be-

deckt, aus dem das feste Gestein nur lokal auftaucht. Hier sei als Kalaharisand aber nur der Sand bezeichnet, der von Verwitterungsprodukten des Untergrundes und Gesteinsbrocken frei ist.

Der Kalaharisand ist ein feiner Quarzsand mit eckigen und abgerundeten Körnern, reich an Quarzsplittern und staubigen Partikeln. An der Oberfläche ist er stets rot gefärbt, besitzt eine graue Vegetationsschicht und helle Oberflächensandhaut, aber in der Tiefe wurde er in den Kwebetälern weiß und kalkhaltig. Der Kalk bildet Konkretionen, wie Lößmännchen.

Am Südrand des Ngami beginnt der Sand stellenweise mit einem Schotterlager aus Quarz-, Chalcedon- und Grauwackengeröll, am Buschmanntal auch mit Rollstücken von Sinterkalk. Stücke von Chalcedon, Quarz und Grauwacken erfüllen auch sonst oft das Liegende des Sandes über dem Kalk. Zwischen Sand und Kalk ist die Grenze stets scharf, Übergänge wurden nicht beobachtet, Fossilien ebensowenig.

Die Verbreitung und Lagerung des Kalaharisandes weist manche bemerkenswerte Eigentümlichkeit auf.

a) Er drängt gegen die Süd-, Südost- und Ostseiten der Berge heran, schiebt sich an den Gehängen hinauf, erfüllt die Täler und überwältigt niedrigere Vorketten.

b) Den West- und Nordseiten der Berge sind dagegen sandfreie bis sandarme Ebenen vorgelagert. Das Grundgestein tritt dort zutage.

c) Zwischen den Berggruppen schieben sich Sandzungen nach Norden und Nordwest vor.

d) Die Zentralsenke ist relativ wenig von Sand bedeckt. Nur streckenweise verdient derselbe den Namen Kalaharisand.

e) Er bedeckt die Nordplatte, erreicht auf derselben jedoch wohl keine bedeutende Mächtigkeit. Am Weg von Bolibing zur Massarinyanivley hat der Sand wenigstens zum großen Teil den Charakter des Decksandes, am Totingweg dagegen bildet er zwar parallele Wellen. Am Südrand des Ngami ist er sicher nicht sehr mächtig. Dort keilt er sich aus und geht in Decksand über. Ob die Sandwellen zwischen Toting und Kwebe ganz aus Sand bestehen, ist mindestens zweifelhaft, viel wahrscheinlicher ist das Vorhandensein von Gesteinswällen, die mit Sand bedeckt sind. Dafür spricht auch die Vegetation, die mehr Decksand- als Kalaharibusch ist, und das Auftreten von Gesteinswällen in den vom Sand freibleibenden Gegenden. Der Sand scheint von Ost nach West an Mächtigkeit abzunehmen.

Die größte gemessene Mächtigkeit ist 10 m in dem Tal der Kwebeberge zwischen Zentral- und Ostkette südlich der zweiten Sandpfanne.

f) Am Südrand des Ngami schiebt sich der Sand im Osten und Westen über den Abhang hinweg und vermischt sich mit dem Seesand der Alluvien, in der Mitte dagegen, dem Gebiet des Gesteinsrandes, endet der Sand in ganz charakteristischer Weise. Er läßt nämlich den ersten Gesteinsrücken frei und beginnt erst mit der zweiten Welle. Der Seesand, der sich ja überall am Plateaurand emporzuschieben pflegt, erreicht dort nicht die Höhe des Randes.

g) In den Kesseln schiebt sich der Sand allseitig die Gehänge hinab, bedeckt aber nicht den Boden. Vielmehr tritt der harte Alluvialboden daselbst zutage, wenn verwehter Sand in geringem Grade auch nicht fehlt.

4) Die rezenten Bildungen.

Unter den heutigen klimatischen Faktoren sind mancherlei Vorgänge tätig, alte Ablagerungen umzugestalten, neue zu bilden. Sehr intensiv sind diese Vorgänge nicht, aber sie fehlen nicht ganz.

a) Die Verwitterungsprodukte der anstehenden Gesteine sind tropisch

— Roterden, eluviales Quarzgeröll, selbst Brauneisensteinknollen — werden aber nur in beschränktem Maße gebildet; tiefgründige Zersetzung fehlt.

b) Der Decksand ist eine Mischung zwischen Kalaharisand und Verwitterungsprodukten und findet sich im Übergangsgebiet beider. Wo der Kalaharisand wenig mächtig ist, geht er in Decksand über, d. h. er enthält Brocken des liegenden Gesteins. Auch die Sandhaut, die dem Decksand nie fehlt, enthält dieselben.

c) Alluvien, d. h. durch Wasser um- und abgelagerte Sande und Schlamme, sind nur sehr lokal vorhanden, und zwar in spärlichen Wasserrissen, Vleys und Niederungen, die während der Regenzeit unter Wasser stehen. Dort bilden sich humos-schlammige, wenig mächtige Lehme, die in der Trockenzeit einen grauen, rissigen Boden bilden.

Die Entstehung der Deckschichten.

Mit größter Vorsicht wollen wir im Nachfolgenden diejenigen Beobachtungen zusammenstellen, die auf die Entstehung der Deckschichten Licht zu werfen imstande sein können. Hierbei wird es sich weniger um sichere Erklärungen als um Gesichtspunkte handeln, die bei der weiteren Darstellung für den Leser von Wert sein können.

Bei dieser Betrachtung wollen wir von der Erscheinung ausgehen, die das Grundgestein bei Beginn der Botletlezeit aufwies. Es war zerklüftet, in seinem Gefüge stellenweise gelockert und in eckigen groben Schutt und Grus zerfallen. Dieser Zerfall war ohne jede Spur von feuchter Zersetzung erfolgt, d. h. ohne Entstehung von Lehm, Ton, Eisenhydroxyd oder sonstigen Zersetzungsprodukten, denn die eckigen Gesteinsstücke liegen in völlig klarem reinem Chalcedon. Solcher Schutt kann nach unsern jetzigen Kenntnissen kaum anders entstehen als in einem trockenen regenarmen Klima, bei Abwesenheit einer schützenden Vegetation, unter dem Einfluß der Insolation und nächtlichen Abkühlung. Solche Verhältnisse findet man in Wüsten.

Gehen wir also einmal von der Voraussetzung aus, daß bei Beginn der Botletlezeit in unserem Gebiet ein Wüstenklima herrschte. Dann kann man folgendes annehmen:

a) Die unzersetzten eckigen Schuttmassen lassen sich leicht durch Insolationswirkung erklären, desgleichen die gewaltigen Blocktrümmer auf den Gehängen der Porphyrberge.

b) Die Oberflächenformen des Grundgesteins, die langen Gesteinswälle, die Furchen und vor allem die abgeschlossenen Kessel oder Wannen, an deren Gehängen sich Gesteine der Botletleschichten finden, können durch Winderosion entstanden sein.

c) Chalcedonlösungen sind in Wüsten anscheinend keine Seltenheit. Darauf deuten Verkieselungen, an denen gerade Wüsten reich sind, hin. Der Reichtum an Salzen, von denen Alkalikarbonate in erster Linie von Wichtigkeit wären, begünstigt wohl die Lösung der Kieselsäure.

d) Die Einkieselung der gelockerten Gesteine und Schuttmassen durch Chalcedonlösungen war also möglich, ebenso die Abscheidung von reinem Chalcedon vielleicht in Niederungen, Pfützen, Salzsümpfen. Wenn Quarzsand, der ja in Wüsten wohl nie fehlt, in die Spalten der gelockerten Gesteine geblasen worden war, so konnte nachträglich ein von Chalcedonsandstein verkitteter Schutt entstehen, bei Durchtränkung von losem Quarzsand aber reiner Chalcedonsandstein.

Eingekieselte Gesteine, resp. reiner Chalcedon konnten ihrerseits durch Insolation zersprengt werden. Wurde Sand in ihre Spalten und Hohlräume geblasen und erfolgte eine neue Einkieselung, so entstanden breccīöse Chalcedonsandsteine, also z. B. Chalcedonsandstein in Chalcedonsandstein.

e) Verkieselung konnte da stattfinden, wo Chalcedonlösungen auf kalkige Gesteine trafen, also z. B. auf Kalksteine oder Kalksandsteine der Ngamischichten. Auf das chemische Problem dieses Vorganges gehe ich hier zunächst nicht ein, ich halte mich lediglich an den so oft beobachteten Vorgang der Pseudomorphosenbildung von Chalcedon nach Kalkspat.

f) Kalklösungen können ebensogut Sand und Schutt verkitten, wie Kieselsäure. Die verschiedenen chemischen Prozesse, die zu Kalkabscheidung führen können, seien hier nicht erörtert. Brecciöse Kalkgesteine konnten auf dieselbe Art und Weise entstanden sein, wie die entsprechenden Kieselsäuregesteine, nämlich durch Zerplatzen unter Einwirkung der Insolation, Einwehen von Sand und abermaliges Verkitten mit Kalk.

Von diesen Voraussetzungen ausgehend, kann man sich von der Entstehung der Deckschichten folgendes Bild machen.

1) Botletleschichten.

a) Erste Periode der Chalcedonlösungen. Bei Beginn derselben herrschte Wüstenklima. Durch Chalcedonlösungen wurde das Grundgestein — Ngamikalke, Grauwacken, selbst Totingdiabas — verkieselt und eingekieselt. Es entstanden die Übergangsgesteine und die verschiedenen Chalcedonsandsteine. Letztere in den Wüstensanden. Solche Einkieselung kann also sehr wohl eine lokale und der Intensität nach sehr verschieden gleichmäßige Erscheinung gewesen sein. Bei erneutem Zerspringen und Verkittetwerden des Chalcedons und der Chalcedonsandsteine entstanden die brecciösen Chalcedonsandsteine.

b) Periode der Kalklösungen. Über den eingekieselten Sandsteinen folgen solche mit Kalkzement sowie sandarme Kalksteine. Es läßt sich wohl kaum mit Sicherheit entscheiden, wieweit die Kalksandsteine — Pfannensandsteine — sekundär mit Kalk verkittete Sande oder primäre Ablagerungen sind. Letzteres dürfte zum großen Teil, namentlich in den obersten Partien, der Fall sein. So lassen sich z. B. die Verhältnisse an der Dolomitklippe wohl kaum anders als durch primäre Ablagerung von Kalksandstein und Dolomit (d. h. ursprünglich wohl Kalkstein) erklären. Daß auch sekundäre Verkittung lockerer Sande stattgefunden haben kann, läßt sich wohl kaum bezweifeln, in welchem Umfang können wir aber nicht beurteilen.

c) Zweite Periode der Chalcedonlösungen. Der Zeit der Kalkablagerung folgte eine erneute Periode der Verkieselung, und zwar eben der jüngsten Kalkablagerungen. Da diese verkieselten Chalcedonsandsteine nicht nur neben, sondern auch über den eingekieselten Gesteinen liegen, so darf man wohl eine zweite Periode der Kieselsäure-Lösungen annehmen. Ob aber nicht doch auch Kalk- und Kieselsäure zeitlich und räumlich nebeneinander in Lösung gewesen sind, d. h. ob zwei scharf getrennte Chalcedonperioden bestanden haben oder nicht, läßt sich nach den bisherigen Beobachtungen nicht beurteilen, und ebensowenig, ob sich ein Teil der eingekieselten Chalcedonsandsteine, namentlich im oberen Niveau, erst nach Entstehung der Kalksandsteine bildete.

Die Zerstörung der Botletleschichten.

Die Gesteine, welche sich in den beiden Perioden der Chalcedon- und Kalklösungen bildeten, haben bedeutende Zerstörung erfahren. Wenn man es sich auch leicht vorstellen kann, daß die verfestigenden Prozesse der Einkieselung, Verkieselung und Einkalkung von Sanden recht wohl durch zirkulierendes Wasser lokal erfolgen konnten, so ist bei der heutigen Art des Vorkommens die Annahme einer energischen Zerstörung der Botletleschichten doch durchaus notwendig. Das beweist

a) das Auftreten kleiner Stücke in den Schottern und Schuttmassen auf den alten Gesteinen des Plateaurandes am Ngami,

b) das lokale Auftreten aufragender Massen von Chalcedongestein, die sich innerhalb einer Ablagerung gebildet haben müssen, z. B. der isolierte Matebobologwe und die isolierten Schollen am Ngami,

c) die zahlreichen losen Stücke von Chalcedon und Chalcedonsandstein, die in der Seeebene herumliegen und auf dem Plateau in Mengen das Liegendste des Kalaharikalks und des Kalaharisandes erfüllen.

Auch bei Annahme lokaler Einkieselung und Verkieselung lassen sich diese Verhältnisse nicht erklären ohne gründliche Zerstörung der verkitteten und unverkitteten losen Sande und Schuttmassen.

d) Die Kalksandsteine an der Dolomitklippe und diese selbst sind nur durch gleichzeitige Bildung von sandarmem Kalk und kalkigem Sand zu erklären. Eine solche Bildung ist aber unter den heutigen Verhältnissen an einem Steilrand nicht möglich, die Ablagerung muß ausgedehnter gewesen sein. Selbst wenn man den Kalksandstein für eingekalkten Sand, die Dolomitklippe aber für eine Kalkablagerung in einem Sandkessel halten wollte, müßten die Sande früher viel größere Verbreitung nach N. gehabt haben und nachträglich entfernt worden sein.

Demnach kann man also wohl sagen, daß zwar der Rand der alten Gesteine am Ngami schon bei Beginn der Botletlezeit bestanden hat, daß an der Ausbildung seiner jetzigen Form aber die Erosion erheblich mitgewirkt hat, und zwar eine Erosion, die in großem Umfang gerade auf die Botletleschichten eingewirkt haben muß.

Während der Botletlezeit müssen Klimaschwankungen vorhanden gewesen sein. Deutet die Oberfläche des Grundgesteins mit ihrem losen unzersetzten Gesteinsschutt auf ein Wüstenklima hin, so ist die Bildung der Kalksandsteine und vor allem der Dolomitklippe ohne reichliches Oberflächenwasser nicht denkbar. Allein die Oberfläche letzterer ist ebenfalls wieder in losen eckigen Grus zersprungen, war also von Rissen durchsetzt. Kalksandstein hat dann von neuem den Grus verkittet, d. h. also Sand wurde in die Klüfte geweht oder geschwemmt und Kalklösungen verkitteten alles.

Vielleicht ist man berechtigt, die Perioden der Chalcedonlösungen für Zeiten trockeneren, die der Kalklösungen für solche feuchteren Klimas zu halten.

2) Der Kalaharikalk.

Eine neue Periode energischer Kalkablagerung folgte. Bei Beginn derselben muß wieder Wüstenklima geherrscht haben. Denn das Grundgestein der Südplatte war mit eckigem frischem Geröll anscheinend eluvialer Entstehung bedeckt, das Gestein zerplatzt, und die Risse wurden mit Kalk ausgefüllt. Die verkieselten Chalcedonsandsteine am See, die ja selbst losen Gesteinsschutt umhüllen, waren zersprungen, Verkieselungen waren im Gange.

Der mürbe Kalksandstein sei hier nur kurz behandelt. Er dürfte eine Ablagerung in stehenden Gewässern gewesen sein, denen der Kalk in Lösung, der Sand aber durch Wind oder Wasser zugeführt wurde.

Der harte Sinterkalk macht in mancher Hinsicht den Eindruck eines Absatzes in rieselndem Wasser, und zwar durch Algen. Daher die Sinterstruktur und die lamellierten Rinden. Daher überzieht er das Gestein und bildet auf Gesteinsbuckeln Sinterhauben. Die Anwesenheit von Physa und Succinea spricht gewiß nicht gegen solche Erklärung. Dieselbe setzt aber eine mindestens periodische Berieselung des Grundgesteins voraus, und zwar mit kalkhaltigem Wasser. Andererseits hat er aber eine auffallende Ähnlichkeit mit den Kalkkrusten der Halbwüsten, die wir im nächsten Kapitel (S. 216) betrachten wollen.

Auf den Bergen fehlt der Kalk im allgemeinen. Das ist leicht erklärlich. Der Quarzporphyr ist so kalkarm, daß aus ihm tretende Quellen oder in ihm aufsteigendes Wasser keinen Kalk absetzen.

Dagegen wird man die Möglichkeit nicht von der Hand weisen können, daß bei trockenem Klima, auf das ja die Brecciehbildungen des Pfannensandsteins hinweisen, recht wohl Staubstürme beträchtliche Kalkmengen in die Berge geweht haben können, die dann bei Zunahme der Niederschlagsmengen zu Kalkabsätzen in Spalten und an Quellen führen konnten. Diese Annahme scheint mir einfacher zu sein, als die Annahme einer Überlagerung der Porphyre durch ältere Gesteine (Kap. VI).

3) Der Kalaharisand.

Ist der Sand, der die gewaltige Steppe bildet, der auch den Ngamirumpf zum großen Teil bedeckt, eine Bildung des Wassers oder des Windes? Das ist das große Problem, das diese Ablagerung uns bietet. Daß der Sand ein in loco gebildetes eluviales Produkt ist, können wir für den Ngamirumpf rundweg verneinen. Bei dem Vorhandensein der Kalkschicht zwischen Sand und Grundgestein ist solche Entstehungsweise ausgeschlossen. Der Sand muß eine sekundäre Ablagerung sein.

Für eine Ablagerung in fließendem Wasser sprechen eigentlich nur die Schotterbildungen, mit denen der Sand an zwei Stellen am Ngami beginnt, desgleichen die bis faustgroßen Stücke, vornehmlich von Quarz, Chalcedon und Chalcedonsandstein im Sand und über dem Kalk. Wind kann diese Bildungen nicht schaffen.

Für Einwirkung des Windes spricht hingegen:

a) das Andrängen des Sandes gegen die Süd- und Südostseite der Berge. Niedrige Ketten werden überwältigt.

b) das Vordringen der Sandzungen zwischen den Bergen nach Norden über die Südplatte hin.

c) das Freisein der Südplatte von Sand im Windschutz der Berge.

Das Freibleiben des ersten Gesteinswalls am Ngami und der Beginn auf dem zweiten ist durch die nordöstlichen Winde zu erklären, deren Wirkung durch den am Plateaurand aufsteigenden Seesand veranschaulicht wird. Im Osten und Westen überwältigt ja letzterer den Abhang und verbindet sich mit dem Kalaharisand.

Fraglich ist es ferner, ob die Sandwellen zwischen Toting und Kwebe Dünenzüge sind. Sie fehlen im Westen und sind auf dem Weg nach Lekala im Osten auch nicht mehr so gut entwickelt. Es ist mindestens ebensogut möglich, daß sie mit Sand bedeckte Gesteinswälle sind, analog den Grauwackenwällen am Buschmanntal und dem Grauwackenrücken nordwestlich der Mosseyanberge. Da die Wellen nicht senkrecht zu der Hauptwindrichtung, die O. bis S.O. ist, liegen, so wäre es gewiß das wahrscheinlichste, daß sie mit Sand überwehte Gesteinswälle sind. Auffallend ist nur, daß die seltenen Gesteinsstücke nie auf den Wellenrücken, sondern immer nur in den Tälern auftreten. Die Frage läßt sich also nicht entscheiden.

Eine sehr bemerkenswerte Erscheinung ist das Freisein der Kessel von Sand und sowohl bei Ablagerung im Wasser, wie durch Wind schwer zu erklären. Da wir aber noch zahlreiche Beispiele hierfür kennen lernen werden, sei hier noch keine Erklärung versucht.

Gegen Windwirkung spricht nur der Umstand, daß der Kalaharisand heutzutage kein Flugsand ist; an der Bewegung hindert ihn die dichte Vegetation.

Weiter wollen wir auf das Problem, das uns der Kalaharisand bietet, nicht

eingehen, sondern vorläufig feststellen, daß auf dem Ngamirumpf nur wenig für Ablagerung in fließendem Wasser, vieles aber ganz entschieden für Ausbreitung als Flugsand spricht.

4) Rezente Bildungen.

Auf die Erklärung der Verwitterungsprodukte und lokalen Alluvien brauchen wir nicht einzugehen. Dem Problem des Decksandes wollen wir aber erst später nähertreten, wenn wir seine Bildungsverhältnisse im Chansefeld kennen gelernt haben werden.

Kapitel XII.

Ngamifluß und Botletle.*)

Nach Osten geht der Ngamirumpf in die Ebene der Kalahari über, die sich nach Norden über den Botletlefluß hinaus erstreckt und den Ostrand des Okavangobeckens bildet. In sie sind die Flußbetten eingeschnitten, an deren steilen Wänden oft gute und instruktive Profile den Aufbau der Kalahariebene erkennen lassen. Auf der Hochfläche führt der Weg dagegen über die endlosen Sandebenen, die nur sehr selten Aufschlüsse zeigen. Wir wollen daher zuerst das Land in seinem vertikalen Aufbau kennen lernen und dann in einer Wanderung über die Sandsteppe die Darstellung des landschaftlichen Bildes im nächsten Kapitel vollenden.

Der Botletle wurde wiederholt besucht. Zum ersten Male zog ich auf der Hinreise von Ssebituanes Drift nach Teting im Dezember 1896 an ihm entlang. Denselben Weg machte ich zum zweiten Male nach der Reise durchs Hainafeld im März und April 1897. Im Juli desselben Jahres ging ich von Kwebe über Lekala zum Tamalakane und zurück. Zum letzten Male reiste ich auf der Heimreise am Botletle entlang von Lekala bis Ssebituanes Drift. Da ich den Fluß wiederholt besucht habe, so will ich bei der Darstellung desselben nicht die verschiedenen Itinerarien wiedergeben, sondern die Ergebnisse der gesamten Beobachtungen zusammenstellen.

Der Fluß zerfällt zwischen dem Ngami und Ssebituanes Drift in zwei Teile, den **Ngamifluß** bis zur Einmündung des Tamalakane, und den **Botletle** von diesem bis zu seinem Ende in den Salzpfannen.

I. Der Ngamifluß.

Das Ostende des Ngami läuft in eine schmale Bucht aus, die sich in das Bett des Ngamiflusses verlängert. Auf dem Südufer desselben liegt die Bucht von Teting, während sich auf der Nordseite die Alluvien des Sees und des Ssiroe ausdehnen. Auf dem Südufer tritt noch Tetingdiabas zutage, überlagert von Chalcedonsandstein und Kalaharikalk, die auch den schmalen Rücken zwischen dem Flußbett und der Tetingbucht zusammensetzen.

Gehen wir von unserem Lager bei Teting aus, so tritt zunächst 600 Schritte unterhalb desselben Chalcedonsandstein in großen Blöcken auf. Oberhalb des Ssiroe durchbricht der Fluß in zwei Engpässen eine Masse von Botletleschichten, und zwar aus roten, grauen und weißen, mittelkörnigen bis konglomeratischen Sandsteinen, die mehr oder weniger deutlich gebankt und anscheinend flach gelagert sind. Zwischen den einzelnen Quarzkörnern liegt ein Zement, das teils

*) Hierzu Blatt 1, 2, 5 und 20.

weiß und mürb, teils glasig und sehr hart ist. Es sind typische eingekieselte Chalcedonsandsteine (Nr. 244—247). Das glasige Zement ist nur lokal entwickelt, und zwar liegen die glasigen und mürben Sandsteine nicht etwa in verschiedenen wechsellagernden Schichten, sondern innerhalb einer Bank nebeneinander und gehen ohne scharfe Grenzen ineinander über. Auch Lagen reinen Chalcedons kommen vor (Nr. 247).

Oberflächlich sind die Chalcedonsandsteine häufig verwittert und mit rotbraunen Eisenhydroxydrinden überzogen. Sie liegen auf der Talsohle und werden von dem Flußsand und -schlamm überlagert. Einige hundert Meter unterhalb des zweiten Engpasses verdecken die Flußalluvien alles, dafür bildet aber der Kalaharikalk als weiße steile Mauer das Ufer des Bettes. Bis dahin ist nämlich der Kalk überschüttet, und ein flaches Gehänge begrenzt das Tal.

Das Flußbett hat eine Breite von ca. 150 m und ist mit Alluvien erfüllt. Dieselben bestehen oben aus einer 20—30 cm mächtigen Decke dunkelgrauen tonigen humosen Sandes, der an Asche sehr reich ist und entsetzlich staubt. Unter dieser Decke liegt heller, an humosen Stoffen armer Flußsand. Zwischen beiden Engpässen war z. B. folgendes Profil zu beobachten:

0.20 m: Grauer harter Schlammboden, sandig, tonig, humos und reich an Asche.

0.50 m: Weißer Sand mit diskordanter Struktur und Wurzellöchern.

0.05 m: Harter graubrauner Schlamm; alte Vegetationsschicht mit Wurzeln.

0.80 m und darüber: Grauer Sand mit rezenten Löchern von Insektenlarven.

In diese Alluvien nun hat das Wasser eine Rinne gegraben, die sehr unregelmäßig gestaltet ist. Hier ist sie eine flache und breite Mulde, dort ein kaum 10 m breiter, aber 4—5 m tiefer Kanal. Auch tiefe rundliche Kessel — Pfannen — sind in der Stromrinne zu finden. Dieses Bett wird nun auf dem nördlichen Ufer von einem 6—7 m hohen, dicht bewachsenen Gehänge begrenzt. Es ist grauer humoser Sand, dessen Kalkknollen jedoch den in der Tiefe liegenden Kalaharikalk verraten. Weiterhin geht er dagegen in eine Fläche rötlichen Sandes über.

Auf dem südlichen Ufer begrenzt die Talsohle zunächst eine Stufe (Blatt 20, Fig. 8, a) aus grauem Sand mit Geröllen von Kalk und Chalcedonsandstein und von 4—5 m Höhe. Darüber steht eine weiße Wand aus mürbem Sinterkalk (b) (Probe Nr. 10 und 11 in Anhang VIII) an (3.40 m), der von grauem Sand (c) überlagert wird.

Das Gestein der untersten Stufe ist nicht zu beobachten. Allein nach Analogie mit andern Stellen, wo dieselbe aus Chalcedonsandsteinen gebildet wird, kann es nicht zweifelhaft sein, daß auch hier diese Sandsteine, die ja wenige hundert Meter westlich anstehen, den Kern der Stufe bilden.

Der Kalk hat eine eigentümliche petrographische Beschaffenheit, die wir näher betrachten müssen.

Die Ablagerung ist ca. 3.40 m mächtig und weder gebankt noch geschichtet. Nur die obersten Partien zeigen undeutliche Bankung. Sie besteht aus einem weißen bis grünlichen Sand aus mittelgroßen abgerundeten und eckigen Quarzkörnern, sowie Splittern von Chalcedon und Epidot. Dieser Sand ist durch Kalk verkittet worden, jedoch mürb und zwischen den Fingern zerreiblich.

Betrachtet man die Wandfläche, so fällt zunächst eine netzförmige Struktur auf. Das Netzwerk besteht aus Schnüren von kalkreichem Sand, die die Wand durchschwärmen und als weiße Leisten reliefartig verspringen. Innerhalb der mehrere Zentimeter großen Maschen liegt dagegen grünlicher bis grauer Sand. Dieses Netzwerk aus kalkreichen 2—6 mm dicken Leisten ist nur da, wo die Wand den Atmosphärilien ausgesetzt gewesen, dent-

lich sichtbar. Auf der frischen Bruchfläche treten die kalkreichen Leisten nicht hervor. Auch da, wo die Wand mit einer dünnen Kalkrinde übersintert ist, sieht man natürlich von der innern Struktur nichts. Es ist übrigens fraglich, ob die kalkreichen Partien lediglich Leisten mit rundlichem Querschnitt sind, oder sich auch zu Wänden von Kammern zusammenschließen, in denen der grünliche Sand nesterförmig liegt.

Der mürbe Kalksandstein wird ferner von feinen Röhren aus Kalk durchzogen, die von einem Kanal durchbohrt sind. Es handelt sich zweifelsohne um verkalkte Wurzeln. Stellenweise sind die feinen Wurzelfasern noch erhalten als humose trockene Masse. Stärkere Wurzeln sind ebenfalls zahlreich zu beobachten, und zwar sowohl mit noch erhaltener Holzsubstanz als auch total verkalkt. Innerhalb der Maschen mit grünlichem Sand liegen zuweilen erbsen- bis kirschgroße Kalkknollen.

Nicht überall hat der Kalksandstein Netzstruktur. Lokal ist er mehr aus einzelnen Kalkknollen zusammengesetzt, ähnlich dem harten Sinterkalk. Eine ganz abweichende Struktur haben die oberflächlichsten Partien der Ablagerung. Dieselben bestehen nämlich aus wulstigen, undeutlich gebankten Massen mit Rinden, verkalkten Wurzelröhren, mit Kalk umrindeten Sandröhren, kurz einer Ablagerung, die dem Kalk mit Sinterstruktur ähnlich ist. Diese Oberflächenbank ist ca. 30 cm mächtig. Oben, gegen den Kalaharisand hin, ist sie scharf abgeschnitten, freilich mit unregelmäßiger wulstiger Oberfläche, nach unten hin geht sie jedoch ohne scharfe Grenze in den mürben Kalksandstein mit Netzstruktur über.

Der Kalksandstein ist arm an bestimmbaren Diatomeen, enthält dagegen reichlich in Zerstörung begriffene Schalen. (Anhang VIII, Probe Nr. 10 und 11.)

Sehr eigentümlich und bemerkenswert ist das Auftreten von faust- bis kopfgroßen eckigen Blöcken von Chalcedonsandstein. Dieselben liegen innerhalb der Kalkablagerung ohne jede Schichtung oder Anordnung nach Größe. An einer Stelle sind sie innerhalb einer 1 m mächtigen Zone, die ca. 1 m unterhalb des obern Kalkrandes liegt, zahlreich. Der Chalcedonsandstein ist z. T. löcherig, d. h. es ist typischer Röhrensandstein, und alle Stücke haben eine angewitterte, von Eisenoxydhydrat gefärbte Oberfläche. Im weitern Verlauf der Wand erkennt man aber, daß diese Zone rein lokal ist. Die Gerölle sind auch nicht auf ein Niveau beschränkt, sondern steigen nach Westen zu nach oben hinauf. An der Steilwand ragen diese harten Gesteinsstücke oft heraus, fallen schließlich herab und bedecken das Gehänge über der Talsohle. Übrigens möchte ich besonders betonen, daß diese „Fremdblöcke“ keineswegs zahlreich sind und nicht ohne weiteres in die Augen fallen. Im Gegenteil, man muß nach ihnen suchen.

Über dem Kalk beginnt ein grauer kalkhaltiger Sand mit Kalkbrocken, der jedoch nach oben hin und weiter vom Rande entfernt in den rötlichen gewöhnlichen Kalaharisand übergeht. Derselbe enthält anfangs wohl noch hier und dort kleine Kalkbrocken, allein nach einigen hundert Metern verschwinden alle Gesteinsbestandteile.

Das hier gegebene Profil ist für die Ufer des Ngamiflusses typisch. Das Bild ist im wesentlichen immer dasselbe, nur wechselt die Mauer des Kalaharikalks fortwährend die Ufer. Er findet sich nämlich stets an der äußeren Krümmung der Flußrinne, weil er durch Unterspülung des Ufers entstanden ist. So tritt er denn mit jeder neuen Krümmung bald auf die Nord-, bald auf die Südseite über. Von solchen Stellen abgesehen, ist das Ufergehänge mäßig steil, mit grauem humosem Sand überschüttet und mit dichtem Busch und hohen Bäumen bedeckt. Kameldornbäume, Motsiara, Motswere, Mochale, Mangana, Morula und viele andere Bäume und Sträucher des Gesteinsfeldes stehen am Rand und innerhalb des Flußbettes, während außerhalb desselben gemischter Kalaharibusch die Sandflächen bedeckt. Auf dem grauen alluvialen Schlammboden der flachen toten Flußarme

gedeihen während der Regenzeit Mais, Hirse, Bohnen, Melonen. Die eigentliche Flußrinne ist dagegen tief in den liegenden weißen Flußsand eingeschnitten, und stellenweise sind 50—60 m breite, 5—8 m tiefe rundliche und ovale Kolke (Pfannen) in dem Boden ausgestrudelt worden. Typisch für die Form der Flußrinne, der toten Flußarme, der Überschwemmungszone und der Pfannen ist der Teil des Flußbettes in der Gemarkung Lekala*) (Fig. 9—11). Das Bett hat hier eine ca. 200 m breite Sohle. Die Gehänge sind auf beiden Seiten flach und mit grauem Sand überschüttet. Nur Kalkknollen verraten unter ihm den mürben Kalksandstein. Innerhalb der aus grauem sandig-tonig-humosem Schlamm bestehenden Talsohle ist eine bis 20 m breite und im Durchschnitt 1—1.50 m tiefe Stromrinne ausgewaschen worden. In derselben liegen nun zuweilen ovale bis langgestreckte Kessel, die bei einer Breite von 10 m eine Tiefe von 4 m haben. Fig. 11 zeigt einen dieser Kessel in natürlichem Verhältnis von Höhe zu Länge. Die Schlammschicht (a) ist ca. 30 cm mächtig.

Außer dieser tiefen Stromrinne durchziehen die Talsohle flache flußbettartige Depressionen, die z. T. sehr undeutlich sind und in deren Verlauf man rundliche bis ovale mit grauem humosem tonigem Sand ausgefüllte Pfannen findet. Diese Pfannen sind die Reste der in der heutigen Rinne vor nicht sehr langer Zeit ausgewaschenen Kessel und oft die letzten Überreste völlig verwaschener ehemaliger Stromrinnen. In den flachen Senkungen der alten Rinnen werden, wie erwähnt, die Felder angelegt.

Die Chalcedonsandsteine der Botletleschichten bilden den Untergrund des Flußbettes. Zwischen Toting und Lekala treten sie wiederholt, aber ganz unregelmäßig zutage. Das Niveau ihrer Oberfläche wechselt anscheinend fortwährend, d. h. um höchstens 10 m, sei es, daß sie unregelmäßig zur Ablagerung gelangten oder nachträglich erodiert worden sind. Unterhalb Lekala treten sie in breiten Massen zutage, und hier existiert keine tiefe Stromrinne, vielmehr breitet sich der Strom auf der felsigen Oberfläche aus. Das Gestein selbst ist vom Wasser abgeschliffen, die Sandröhren ausgewaschen und die Quarzgerölle der konglomeratischen Stellen bloßgelegt. Indes verhüllen schon nach einigen hundert Metern die Alluvien das feste Gestein.

Unterhalb Mori Mossetlä (Name des Baumes Peltaphorum africanum) da, wo der Weg einer energischen Flußkrümmung wegen das Tal verläßt und auf die Sandfläche steigt, hat der Fluß durch Unterwaschung einen prachtvollen Aufschluß geschaffen (Fig. 12).

Zu unterst liegen undeutlich klobig gebankte Massen von Chalcedonsandstein (a) voller Löcher und Höhlungen, die die Strömung ausgewaschen hat. Die Löcher sind z. T. fingerdicke, mit braunen Eisenoxydhydratrinden umgebene Röhren. Sie waren ursprünglich mit lockerem Sand ausgefüllt, der zuweilen noch erhalten ist, entsprechen also denen des Röhrensandsteins im Massarwatal. Außerdem durchziehen das Gestein schalenförmige Absonderungen aus Eisenoxydhydrat. Bis über faustgroße Gerölle aus Quarz und Chausegrauwacke sind häufig und unregelmäßig in den Chalcedonsandstein eingelagert.

Diese Sandsteine bilden eine die Talsohle um 1—2 m überragende Stufe. Über dieser Stufe folgt ein mit Sand und Kalkschollen überschüttetes Gehänge, unter dem man mit dem Hammer weißen harten Kalksandstein (Pfannensandstein), der lokal verkieselt ist, auswühlen kann. Die überschüttete Böschung ist 5 m hoch. Die Mächtigkeit des Pfannensandsteins (b) schätze ich auf ca. 2 m.

Über dieser Böschung steht eine ca. 8 m hohe weiße Wand aus mürbem Kalksandstein (c) an. Derselbe wird nach oben hin kalkreicher, und schließlich beginnen wulstige, mit Rinden bedeckte Bänke aus hartem Kalksandstein. Innerhalb des mürben Kalksandsteins nun liegen bis 30 cm mächtige Bänke gelblichen mürben

*) Lekala = Furt.

Kalktuffs, der an rezenten Gastropoden, Succinea, Physa, Planorbis und vor allem Melania tuberculata, sehr reich ist. Dieser Kalk ähnelt ungemein dem Kalktuff der Pfannen, die wir noch kennen lernen werden, auch bezüglich der Röhrenstruktur. Harte und mürbe Kalkbänke wechseln übrigens in höherem Niveau miteinander ab.

Über dem Kalk beginnt mit scharfer Grenze der Kalaharisand (d), der bis an den Uferrand herantritt und mit flacher Böschung einige Meter hoch ansteigt.

Hinter Mori Messetla wird das Bett des Ngamiflusses breiter. Mehrere Arme, die bewaldete Inseln umschließen, treten auf. Breite Flächen schwärzlichgrauen Schlammbodens nehmen daneben den größten Teil des Bettes ein.

Auf einer solchen Insel liegt das Dorf Komaning. Bis zu demselben reichte zu meiner Zeit die mit dichtem Schilfrohr umschlossene Wasserader, die von Tamalakane ausgeht. Von hier nach Westen hin ist kein Schilfgürtel mehr vorhanden; er ist bereits durch die kontinuierliche Austrocknung vernichtet worden. Freilich zeigt der Name, daß hier einst nicht nur das gemeine Schilfrohr — Phragmites communis —, sondern auch der gegen Austrocknung empfindlichere Papyrus (Koma = Papyrus, Komaning = kleiner Papyrus) wuchs, damals nämlich, als die Schilf- und Papyrussümpfe des Ngami und Tauche das ganze Tal des Ngamiflusses einnahmen.

Bei Komaning sind die Ufer des Flußbetts mit Sand vollständig überschüttet und der Kalk nicht aufgeschlossen. Dagegen treten die Botletleschichten auf der Talsohle oft mit breiter Fläche zutage. Es sind die bekannten Sandsteine und Konglomerate mit Röhren und Konkretionen von Eisenoxydhydrat.

Östlich von Komaning verbreitert sich das Bett noch mehr. Alluvialebenen und längst verlassene Stromrinnen werden passiert, aber die heutige Stromrinne tritt doch wiederholt so dicht an das südliche Ufer heran, daß der Fahrweg auf die tiefsandige Hochfläche hinaufsteigen muß. Die Chalcedonsandsteine stehen wiederholt auf der Talsohle an.

Ca. 12 km vor der Einmündung des Tamalakane bekommt das Flußbett wieder hohe und deutlich erkennbare Ufer. Es ist ca. 400—500 m breit und wird zum großen Teil mit Schilfsumpf angefüllt. Vereinzelte gewaltige Baobabs stehen hier, die den recht üppigen Uferwald weit überragen. Auf dem Nordufer ist der Kalaharikalk als weiße Mauer sichtbar, auf der Südseite jedoch überschüttet und nur in Form kleiner Brocken mürben Kalksandsteins zu beobachten.

An der Einmündung des Tamalakane ist das Tal ca. 500 m, das Flußbett selbst 100 m breit und liegt ganz auf der Nordseite. Sowohl am Ufer, als auf der Talsohle treten die glasigen Chalcedonsandsteine zutage. Sie bilden auch im Fluß selbst Inseln und Klippen, wie ich bei einer Bootfahrt im Juli 1897 feststellen konnte.

Der Tamalakane ist nur 80—100 m breit, aber tief und hatte damals bei Beginn der Hochflut eine Strömung, die ich auf 2 km die Stunde schätzte. Das Wasser floß deutlich nach Osten zum Botletle ab. Westlich des Tamalakane, also im Ngamifluß, war dagegen keine Strömung bemerkbar.

II. Der Botletle.

Mit der Einmündung des Tamalakane wechselt der Fluß seinen Namen. Diese Namenänderung ist freilich eine Konstruktion der europäischen Reisenden. Denn die Eingeborenen haben überhaupt keine Flußnamen, sondern lediglich Gemarkungsnamen. So bezieht sich der Name Tamalakane auch ursprünglich nur auf die Gemarkung bei einer Furt 2 km oberhalb des Zusammenflusses der Ströme. Die „Batletle" aber sind ein aus Buschmännern und Kaffern gemischter Stamm, der den unteren Fluß bewohnte, während „Suga", ein anderer Name des Flusses, ein Makobahäuptling zu Livingstones Zeit war. Der Name „Botletle"

ist also nicht einmal sprachlich richtig; er sollte Batletle geschrieben werden. Da er sich nun aber einmal eingebürgert hat, so sei die gewöhnliche Schreibweise Botletle hier übernommen.

Unterhalb der Mündung des Tamalakane tritt der Fluß dicht an das aus grauem und rötlichem Sand bestehende ca. 10 m hohe Ufer heran. Der Fahrweg steigt daher auf die Sandplatte hinauf und passiert einige tiefe rundliche Pfannen. Aber bald wird die breite Talsohle, auf der wir die mit grauen, humosen und sandigen Alluvien bedeckten Chalcedonsandsteine hier und da anstehend finden, wieder erreicht. Andeutungen alter Stromrinnen und rundlicher Pfannen in den Alluvien sind häufig. Die heutige Stromrinne ist in die harten Sandsteine wenig eingeschnitten, vielmehr flach und breit. Felsenriffe, über die das Wasser rieselt, durchziehen das breite Bett.

Die Vegetationen des Talbodens besteht aus Grasflächen mit zerstreuten Bäumen oder Gruppen und Streifen von Bäumen, besonders Moga, Mochoto, Mochaln, Motswere, Mossu, Mangana, Motsiara, Motape, Morula und anderen Bäumen. Die Ränder des Flusses selbst sind mit dichten Schilfgürteln eingefaßt. Hohe weiße Termitenbauten aus kalkreicher sandiger Erde bilden bemerkenswerte Faktoren in dem landschaftlichen Bilde, ebenso, wenn auch weniger auffallend, die starren, zylindrischen, spitz endigenden, säbelförmig gebogenen kniehohen Sanseveriastengel, die im Schatten der Baumgruppen ein undurchdringliches Verhau, wie spanische Reiter, bilden.

Die aus grauen Sanden bestehenden Ufer des Flußtals sind mit dichtem Uferwald bedeckt. Entfernen wir uns vom Rande des Tales — und der Weg tut das sehr oft — so nimmt die Landschaft einen Charakter an, den ich als „Vleylandschaft“ bezeichnen möchte. Der Boden ist grauer Sand, der auf den Höhen rötlich werden kann. Unregelmäßige, oft scharf ausgebildete, oft verwaschene flußbettähnliche Rinnen, rundliche Kessel und Pfannen, die mehr oder weniger geschlossen erscheinen, sind in die Sandplatte eingesenkt. Die flußbettartigen Rinnen stehen häufig mit dem Flußtal in direkter Verbindung. Die Vegetation ist üppig und ganz charakteristisch zusammengesetzt. Die typischen Flußbäume — Mokuschong, Morula, Motsibi, Metschaba, Mocholi u. a. — verschwinden, dagegen bleiben Mochete, Mossu, Moga, Metsiara, Motswere, Mangana, Motapo und andere Steppenbäume.

Je mehr man sich nun vom Fluß entfernt, um so mehr verflachen sich die Senkungen, um so mehr wird der graue tonig-humose Sand von rötlich grauem Sand verdrängt. Ein Wechsel vollzieht sich auch in der Vegetation. Der Buschwald nimmt nämlich immer mehr den Charakter des Kalaharibusches an. Die typischen Kalaharibäume, wie Mechonono und Mohata, ferner Mokropi, Mopipa, Sitsi, Mochailechaile fehlen zwar im Uferwald nicht, erscheinen sogar in so riesigen Exemplaren, wie niemals in der Steppe, jedoch spielen sie der Zahl nach keine Rolle. Je mehr man sich nun vom Flußtal entfernt, um so häufiger werden sie und um so mehr nimmt die Landschaft den Charakter der Kalaharisteppe an. So erfolgt denn ein allmählicher Übergang des Untergrundes und der Vegetation im Flußgebiet zu denen der Sandsteppe.

Eine wichtige Frage ist die, ob überall zwischen dem Sand und den Chalcedonsandsteinen der Kalaharikalk liegt.

Auf der ganzen Strecke vom Tamalakane bis Makala Mabäle*) hin sind die Ufer von dem Fluß nicht unterspült und daher nicht steil, sondern steigen flach auf. Die Gehänge sind mit Sand überschüttet. Unter solchen Verhältnissen ist es nicht leicht festzustellen, ob der mürbe Kalksandstein in der Tiefe liegt oder nicht. Kleine Kalkknollen, die man nicht selten an den Gehängen findet, sprechen vielleicht für sein Vorhandensein, wenn er auch kaum so mächtig sein

*) Makala Mabäle oder auch Kala Mabäle = zwei Furten.

dürfte, wie weiter im Westen und im Osten. Die Knollen aber können sehr wohl auch lediglich Konkretionen im Sand sein.

Den beschriebenen Charakter besitzt das Flußtal also bis Makala Mabäle, dann verengt es sich ganz erheblich. Während es bisher einen Kilometer und breiter war, so daß man es nicht übersehen konnte, nimmt es von hier ab die Form eines Kanals an, der zwischen wohlbegrenzten Ufern fließt. Die breiten Talflächen, die toten Flußarme, die Pfannen hören auf, nur eine einzige Stromrinne schlängelt sich dahin, bald dieses, bald jenes Ufer unterspülend.

Der Boden der Talsohle wird bis Moremis Drift von Chalcedonsandstein gebildet. Die Ufer bestehen hauptsächlich aus grauem Sand, jedoch beginnt der Kalk bereits hervorzutreten. So liegt westlich der Matabeledrift am Wege ein



Abbildung 1. Vleybuschwald. Im Vordergrund Gestrüpp von Mossu-Akazien — Ac. horrida — mit langen weißen Dornen. Dahinter links eine Moga-Akazie — Ac. haematoxylon — mit herabhängenden Zweigen, in der Mitte ein Mossu-Baum, mehr schirmförmig gewachsen. Das Bild ist in dem Uferwald des Limpopo aufgenommen, ist aber auch durchaus für den Vleybuschwald der Kalahari und des Botletlewaldes charakteristisch.

Burengrab, das in dem mürben Kalksandstein angelegt ist. Kalkplatten bedecken den Grabhügel. Aber an den Ufern spielt er bis zum Krokodilnestplatz noch keine Rolle, vielmehr sind die Gehänge vollständig mit grauem Sand überschüttet. Zwischen Moremis Drift und Macholi tritt auch der Kalk an einer Stelle zutage. Bei Mocholi liegt er als harte Bank nur wenig über dem Niveau des Flusses.

2.5 km oberhalb dieses Platzes verbreitert sich das Bett noch einmal auf 350 bis 400 m. Der Lagerplatz selbst liegt auf einer Insel, auf der schöne Macholibäume stehen. Sie wird auf der Nordseite von dem Fluß, auf der Südseite von einem toten Flußarm begrenzt. Von hier ab hat sich aber der Fluß

in den Kalk und Sand einen tiefen Cañon gegraben, der im allgemeinen nicht über 200 m breit und 10—15 m tief ist. Innerhalb des schmalen Grabens schlängelt sich die Stromrinne selbst hin, in einer Breite von 30—60 m und von dichten Schilfgürteln eingefaßt. Wo der Fluß eine Krümmung macht, hat er das Ufer unterwühlt, und dort steht der Kalaharikalk mit senkrechter weißer Wand an. Auf der Innenseite der Biegungen ist das Ufer dagegen abgeflacht und oft genug vom Sande so überschüttet, daß man den Kalk nicht bemerken kann. Solche Stellen machen es unschwer verständlich, daß weiter oberhalb, wo nur flache Sandgehänge das Tal einrahmen, doch der Kalk in der Tiefe vorhanden sein könnte.

Auf dem Kalk lagert grauer bis rötlicher Sand, der den hohen Uferwald trägt. Bemerkenswert ist es, daß von hier ab die eigentlichen Flußbäume verschwinden und nur die Bäume und Sträucher der Vleylandschaft und der Gesteinsfelder den minder üppigen Uferwald bilden.

Der Aufbau des Landes, sowie die Beschaffenheit des Kalaharikalks und -sandes konnte in mehreren guten Profilen studiert werden.

1) Bei M o n o a k w e n a findet sich folgender Aufschluß (Fig. 13).

a) Über dem Fluß liegt eine ca. 2 m hohe überschüttete Böschung, dann folgt:

b) eine 7—8 m hohe Wand aus weißem mürbem Kalksandstein, oben wird dieselbe abgeschlossen von hartem gebanktem Sinterkalk.

b[1]) Über der harten Bank liegt weicher Kalksandstein, der ca. 2 m mächtig ist. Die obern Schichten erscheinen sandarm, kalkreich und dicht.

c) Kalaharisand, der ohne scharfe Grenze sich aus letzteren entwickelt. Die untersten Partien des Sandes sind kalkhaltig.

Die einzelnen Schichten weisen Eigentümlichkeiten auf, die näher betrachtet werden müssen.

Die Schicht b) (G. L. Nr. 248—256, ferner Probe Nr. 12 in Anhang VIII) besteht aus mittelkörnigem mürbem Kalksandstein, der vollständig ungeschichtet und ungebankt ist. Dagegen ist er durch eine charakteristische zellige Struktur ausgezeichnet. Die Wandfläche ist mit zackigen und wulstigen Vorsprüngen bedeckt, zwischen denen unregelmäßige Vertiefungen liegen. Die härteren Vorsprünge sind mit reichlichem Kalk verkitteter Sand und daher weiß, in den Hohlräumen liegt dagegen grünlicher Sand mit weniger Kalkzement. Daher ist er weich und leicht zerreiblich, außerdem auch kochsalzhaltig. Die harten kalkreichen Partien sind z. T. solide rundliche Röhren, z. T. bilden sie geschlossene Wände, die die Zellen umschließen, in denen der grünliche salzige Sand liegt.

Die nähere petrographisch-chemische Untersuchung hat nun ergeben, daß der makroskopisch gleichartige Kalksandstein in Wahrheit sehr mannigfaltige Beschaffenheit hat. Die verschiedenen Handstücke, die alle von demselben Profil stammen, sind teils reiner, teils dolomitischer Kalksandstein und sogar Dolomitsandstein. Irgendwelche Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der Magnesia ist nicht zu erkennen, es scheint hier und dort l o k a l e D o l o m i t i s i e r u n g stattgefunden zu haben.

Ein zweiter Prozeß, der sekundär den ursprünglichen Kalksandstein verändert hat, ist die V e r k i e s e l u n g. Aus der Wand des Kalksandsteins ragen zahlreiche Erhöhungen heraus, die sich als harte kompakte glasig glänzende bräunliche Kerne erweisen. Dieselben haben eine unregelmäßige Form, sind bald rundlich knollig, bald unregelmäßig verästelt, ähnlich den Lößmännchen.

Im Schliff erkennt man, daß diese Kerne halbverkieselte Partien des Kalksandsteins sind. Die Verkieselung ist also ganz lokal eingetreten (G. L. Nr. 249, 252, 253, 255, 256).

Auch ohne Bildung von Kernen ist Verkieselung vorhanden. Das Gestein bleibt unverändert mürb, ist aber doch härter als gewöhnlich und wittert in Form unregelmäßiger Zacken und Vorsprünge heraus (Nr. 250).

Die verkieselten Kerne fehlen in den tiefsten Partien ganz, beginnen erst etwa im zweiten Drittel und nehmen nach oben hin an Größe und Zahl beträchtlich zu. Es kann dem Beobachter nicht schwer fallen, sich vorzustellen, daß die einzelnen Kerne zu größeren Massen verschmelzen und in knollige, unregelmäßig gebankte Massen verwandelt werden, wie wir sie aus den Botletleschichten kennen (verkieselter Pfannensandstein).

Chemisch ist die Verkieselung nach den Analysen von Herrn Dr. *Elich* durch Zunahme von SiO^2 und H^2O, und Abnahme von CaO, MgO, CO^2, Na^2O und Cl charakterisiert (Anhang VI, Probe Nr. 6 und 7).

In den obersten Partien geht der zellige Kalksandstein in wulstige gebankte Massen über, die dem bekannten „harten Sinterkalk" ähneln und z. T. von Rinden und Röhren durchzogen werden. Auch diese harte Oberflächenbank ist teilweise verkieselt. Die Verkieselung kann sogar so erheblich sein, daß auf Klüften und Hohlräumen mehrere Millimeter dicke traubige Lagen von Chalcedon abgeschieden worden sind (Nr. 248; Probe Nr. 14 in Anhang VIII). Diese Bank enthält massenhaft Diatomeen.

In dem Kalksandstein b) kommen Gastropoden-Schalen zahlreich vor und zwar von Arten, die die Sümpfe und Flüsse des Okavangogebiets noch heute bewohnen. Es wurden gesammelt: Buliminus damarensis, dito var. expectatus, Cochlicella opposita, Succinea und Physa parietalis.

Schicht b[1]. Über dem harten Sinterkalk liegt konkordant eine 2 m mächtige Schicht weißen sandigen Kalks, der in den oberen Partien hart, sandarm und dünn gebankt ist. Feine abschilfernde horizontale Lagen verleihen ihm eine besondere Struktur. Dieser Kalk ist reich an Diatomeen (Probe Nr. 13 in Anhang VIII).

Schicht c. Über diesem Kalk liegt der Kalaharisand. Es ist ein grauer bis rötlich grauer Sand, der in den oberen Partien völlig kalkfrei ist. Über dem Kalk ist er dagegen so reich an Kalk und zersetzter vegetabilischer Substanz, daß er dem „Genieschten Kalkschlamm"¹) der norddeutschen Seen sehr ähnelt. Auch enthält er massenhaft Diatomeen. Nach oben hin verwandelt sich diese kalkreiche Ablagerung allmählich in den rötlichen Sand. Der Sand bildet die obere Hälfte des Ufers, ist also 9—10 m mächtig. Davon fallen 2 m auf das kalkreiche Liegende (Nr. 264a; Probe Nr. 6 in Anhang VIII).

Gehen wir von diesem Profil bei Meno a kwena aus nach Westen hin, so nimmt der Sand an Mächtigkeit zu, während der Kalk in ein tieferes Niveau herabtritt.

2) Am Krokodilnestplatz bildet der Sand zwei Drittel des Abhangs, der Kalk nur ein Drittel. Bei Macheli liegt letzterer nur noch wenig über dem Flußniveau, und fast das ganze, hier freilich nur 5—6 m hohe Ufer besteht aus Sand.

Die Kalkmasse b[1]) ist weiter westlich nicht mehr nachweisbar. Der Sand liegt vielmehr direkt auf der kompakten harten Kalkbank b).

Gehen wir von Meno a kwena nach Osten, so sehen wir, daß

3) beim Skorpionslager unter dem Kalksandstein der bekannte zerfressene löcherige wohleingekieselte Chalcedonsandstein auftritt. Über der harten Kalkbank, die die Kalkstufe abschließt, liegt aber sofort der Kalaharisand; es fehlt also die Kalkschicht b[1] von Meno a kwena. Der Sand nimmt nur $^1/_3$ der Höhe des Ufers ein.

4) Genauer studiert wurde das Profil bei ²Namessan (Fig. 14).

Das Ufer beginnt mit einer 2.5—3 m mächtigen Böschung aus Kalkschutt.

b) Dann folgt eine 2.5—3 m hohe senkrechte Wand aus Kalksandstein, die durch eine sehr markante harte Bank abgeschlossen wird.

c) Kalaharisand, 5—6 m mächtig.

Die Beschaffenheit der einzelnen Schichten ist folgende:

In dem Kalksandstein b) kann man drei verschiedene Ausbildungsformen unterscheiden, die ineinander übergehen.

α) Bis zu 1 m über der Schuttböschung ist die Wand glatt, der Kalksandstein mürb, aber fest; Schichtung ist höchstens angedeutet, verkalkte Wurzeln und kalkreiche Röhren sind wohl vorhanden, aber spärlich. Innerhalb derselben sind glasig glänzende Kerne nicht selten, aber klein, eigentlich nur angedeutet (G. L. Nr. 262, 263).

β) Infolge Zunahme der kalkreichen Röhren beginnt die Wandfläche uneben und wulstig zu werden. Kleine Höcker, Knoten und Leisten springen vor, zwischen denen unregelmäßige Vertiefungen liegen. Es entwickelt sich also, je mehr man nach oben kommt, die schon früher beschriebene zellige Struktur. Zu gleicher Zeit macht sich aber auch immer mehr die „glasige Metamorphose" bemerkbar. Die glasigen harten Partien bilden in den tieferen Lagen anfangs nur knollige, unregelmäßig gestaltete Kerne innerhalb der Röhren und Zellwandungen, die sich jedoch nach oben hin zu langen wulstigen zelligen Streifen zusammenschließen. Die glasige Metamorphose des Kalksandsteins schreitet anscheinend von innen nach außen hin fort und besteht wie in Meno a kwena in einer Verkieselung des Kalks nebst Ausfüllung aller Poren zwischen den Sandkörnern. Die Zone β ist ca. 1.50 m mächtig (Nr. 258—261). Der Kalksandstein α und β enthielt in zwei Proben keine oder nur Reste von zerstörten Diatomeen (Anhang VIII, Probe 15 und 16).

γ) Indem der Prozeß der Verkieselung mit teilweiser Glasierung fortschreitet und die Zellen immer kleiner werden, entsteht eine Oberflächenbank aus wulstigen, zelligen, undeutlich gebankten Massen von z. T. glasiger Beschaffenheit. Rinden- und Sinterstruktur sind gut entwickelt. Da die weniger kalkreichen und deshalb weicheren Partien an der Wand ausgewaschen worden sind, ist die harte Oberflächenbank sehr löcherig. Ihre Mächtigkeit beträgt ca. 50 cm (Nr. 257). Merkwürdigerweise fanden sich in dieser Bank keine Diatomeen (Anhang VIII, Probe 17).

Mit sehr scharfer Grenze, aber wulstiger unebener Oberfläche endet der Kalk und wird direkt von dem Kalaharisand überlagert, der unten noch ziemlich reich an Kalk ist, denselben jedoch nach oben hin verliert. Der Sand bildet $^{1}/_{4}$ der Uferhöhe, ist also ca. 2—3 m mächtig. Einige hundert Meter östlich des Haltplatzes treten am Fuß der Kalkwand Blöcke von löcherigem, wohl eingekieseltem Chalcedonsandstein a) auf, der dort sicher ansteht.

Zwischen ²Namessan und dem Briefbaum verläßt der Weg das Flußbett und schneidet einen großen Bogen ab. Auf dieser Strecke kann man deutlich den Übergang des Sandes und der Vegetation am Flußufer zu denen der Kalahari verfolgen.

Der graue Sand, in den flußbettartige Rinnen und flache Kessel eingesenkt sind, bekommt schon wenige Kilometer vom Fluß entfernt eine ebene, leicht gewellte Oberfläche und erhält zugleich eine rötliche Farbe. Gleichzeitig verändert sich die Vegetation. Die gewaltigen Bäume von Mochoto, Motswere, Metsiara, Mochale, Morula, Moga, Mossu und andere werden schnell kleiner und verschwinden entweder ganz oder nehmen einen buschförmigen Wuchs an. Kalaharibäume, wie Mochonono, Mohata, Mochailechaile beginnen zu dominieren. Weite Grasflächen, die hier und dort von Gruppen niedriger Bäume und Büsche unterbrochen werden, wechseln mit Streifen von Buschwald ab.

Mit der Annäherung an den Fluß am Briefbaum machen Vegetation und Sandboden die umgekehrte Verwandlung durch. Es beginnt grauer humoser,

etwas toniger Sand mit typischem „Vleybuschwald" aus Moga, Mossu, Mangana, Motsiara, Moloto und andern Bäumen und Sträuchern des Uferwaldes, gemischt mit typischen Steppenbäumen. Der Uferwald selbst entsteht lediglich durch dichteres Zusammentreten und üppigere Entwicklung jener Bäume, zu denen noch nahe dem Wasser typische Flußbäume treten, wie z. B. Macholi, Motsibi und Motschaba, während Mokuscheng, der Riese unter den Bäumen des Okavangogebiets, nur wenig über dem Tamalakane nach Osten hinausgeht.



Abbildung 2. Termitenbau unter Mossu-Akazien im typischen Vleybuschwald. Uferwald des Mariko.

5) Der Briefbaum, wie die Buren ihn nennen, oder besser gesagt, die Briefbäume — Lilokwalo*) — sind eine Gruppe schöner Motsiarabäume, in deren Stamm zahlreiche Reisende, besonders auch die Trekburen, ihre Namen eingeschnitten haben. Der Platz liegt einige hundert Meter vom Fluß entfernt und dort finden wir folgendes interessante Profil (Fig. 15). Das Ufer ist ca. 15 m hoch. Über einer 1—1.50 m hohen Schutthalde liegt a[1]) eine 2—2.50 m mächtige Masse harten, schwach verkieselten Kalksandsteins mit hellgrauem Kalkzement. Derselbe bildet wulstige undeutlich gebankte Massen. Die obersten Bänke sind am härtesten. Nach unten hin wird das Gestein mürb, sandig, zerreiblich. Glasige Metamorphose ist zwar nirgends zu beobachten, allein es besteht doch

*) Lilokwalo = die Buchstaben oder die Briefe; der Letter tree der Engländer.

schwache Verkieselung. Das Gestein endet oben mit scharfer Grenze, jedoch wulstiger, höckeriger, mit Kalkrinden bedeckter Oberfläche.

b) Über diesem Kalksandstein liegt eine zweite Masse von Kalksandstein, die ca. 6 m mächtig ist. Dieselbe zerfällt in drei Zonen.

α) Unten liegt in einer 2.50 m mächtigen Zone ein mürber zerreiblicher von Kalk zementierter weißer bis gelblicher Sand, der sich von den sandigen Partien des liegenden Kalksandsteins kaum unterscheidet. Der Sand wird von feinen Kalkröhren durchzogen, die sich um frühere Wurzelfasern abgeschieden haben. Im Gegensatz zu diesen stehen kalkarme Sandröhren von grünlicher Farbe und Bleistiftdicke. In diesem kalkarmen Sand findet man hier reichlich gut erhaltene Schalen von Corbicula africana, Melania tuberculata und Vivipara Passargoi. Die chemische Zusammensetzung dieser Schicht zeigt die Analyse V von Herrn Dr. *Elich* (Anhang VI).

β) Durch Zunahme des Kalkzements und Ausbildung eines mit Kalk zementierten Zellenwerks, geht die Zone α über in β, die ganz und gar der Zone β bei [2]Namessan entspricht. Hier fehlt jedoch die glasige Metamorphose gänzlich.

Zone β geht ihrerseits in der in dem Profil von [2]Namessan beschriebenen Weise über in eine harte Oberflächenbank γ (Nr. 264), die mit wulstiger unregelmäßiger überrindeter Fläche haarscharf gegen den Kalaharisand endet. Diese Bank ist reich an rezenten Gastropoden.

Der Kalksandstein vom Letter tree enthält in den untersuchten Proben zahlreiche Reste zerstörter Diatomeen, von denen einige bestimmbar waren (Anhang VIII, Probe Nr. 18—20).

c) Der Kalaharisand ist hier in seinem Liegendsten ganz besonders kalkreich. Ein gelblich brauner bis licht bräunlicher kalkreicher Sand bedeckt in 3 m mächtiger Schicht die harte Oberflächenbank des Kalksandsteins. Nach oben hin wird er kalkärmer und geht in grauen humosen kalkfreien Sand über, wie er die Oberfläche des Sandfeldes bildet.

Das gleiche Profil findet man am Ufer bei

6) Chassebakis Dorf, doch fehlt dort die Kalksandsteinbank a[1]. Das Ufer ist 8 m hoch. Über der Schutthalde steht nur eine Masse mürben Kalksandsteins an, die von einer $1/2$ m starken harten Oberflächenbank abgeschlossen wird. Darüber liegt gelblicher kalkreicher Sand mit Kalkknollen, der in grauen humosen Kalaharisand übergeht.

7) An der Hardokol Drift (Metsweredrift) ist das Flußbett noch 150 m, der Fluß selbst aber nur 20 m breit. Die Uferhöhe beträgt 8 m, davon 6 m Kalksandstein und 2 m kalkhaltiger Kalaharisand mit Kalkknollen. Der Kalksandstein hat die bekannte zellige Struktur; die harte Oberflächenbank ist nur andeutungsweise entwickelt.

8) Bei Mochoto Drift wurde ein genaueres Profil aufgenommen (Fig. 6). Das Ufer ist ca. 8 m hoch. Über einer 2 m hohen Schutthalde a) liegt der mürbe Kalksandstein b), der eine 4 m hohe Wand bildet. Unten ist derselbe ganz mürb und strukturlos, nach oben hin treten jedoch verkalkte Wurzeln auf, die immer zahlreicher werden. Es sind z. T. solide Kalkröhren ohne organische Struktur, z. T. ist letztere aber noch erhalten geblieben. Auch wird das Gestein von zylindrisch durchbohrten Röhren, in denen einst feine Wurzelfasern gesessen haben, durchzogen. Die harte Oberflächenbank fehlt hier, indem der genügende Grad der Erhärtung und Verkalkung nicht erreicht wird. Die Außenfläche der steilen Wand ist von einer bis $1/2$ cm dicken harten Kalkrinde bedeckt, die wohl teils durch Effloreszieren, teils durch herabrieselndes Regenwasser gebildet worden ist. Unter dieser Kruste liegt der zerreibliche mürbe Kalksandstein. Rezente Gastropoden sind in dem Kalk reichlich vorhanden, Diatomeen gleichfalls, aber in Zerstörung begriffen (Anhang VIII, Probe Nr. 21 und 22).

c) Der Kalk endet mit scharfer Grenze und wird von einem hellgrauen bis bräunlich gelben kalkreichen Sand überlagert. Auf der Oberfläche des Sandes bilden sich denn auch durch Effloreszieren weiße Kalküberzüge. Wurzeln und feine Wurzelröhren durchziehen ihn in großen Massen. Dieser kalkreiche Sand ist ca. 1 m mächtig, geht aber unter Kalkverlust in gelblich graubraunen bis grauen humosen Sand über, der mit Wurzeln und Wurzelfasern erfüllt und ca. 0.75 m mächtig ist. Das ist eben der graue Vleysand, der die Oberfläche des Sandfeldes bildet.

Dieser Sand, welcher das Tal des Botletle an den Rändern begrenzt, nimmt an Mächtigkeit immer mehr ab, je weiter wir nach Süden kommen. Sehr bald hinter Mochoto-Drift beginnen auf der rechten Seite weite Grasebenen, während am Fluß ein Streifen tiefen Sandes sich hinzieht, der mit hohem, aber lichtem Uferwald bedeckt ist. Mochoto, Mochale und Motswere sind die hauptsächlichsten Bäume desselben. Der Boden der Grasebene, die eine Breite von 6—10 km hat, ist dagegen ein sandig-humoser Kalkboden. Schließlich endet der Sand ziemlich plötzlich. Dann geht es in eine weite Ebene hinein, und damit betreten wir das Gebiet der großen Pfannen, in denen sich der Botletle verliert und in dessen östlichstem Teil die großen Makarrikarri-Salzpfannen liegen.

III. Die Ebene bei Ssebituanes Drift.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die weite Ebene, die wir vor Ssebituanes Drift betreten haben.

Das Bett des Botletle hat dort eine durchschnittliche Breite von 100 m. Indes wechselt dieselbe sehr, ebenso wie der Charakter des Flußbetts, das bald ein steilwandiger Cañon ist, bald flache Böschungen besitzt, meist mit den Windungen wechselnd. Die Tiefe des Betts ist 8—10 m, die Flußrinne ein 20 m und weniger breiter, von Schilf eingefaßter, unregelmäßiger Wasserstreif. Der Uferwald beginnt recht lückenhaft zu werden, wohl infolge von Abholzen, nicht aber wegen Wechsel der natürlichen Bedingungen. Die Ufer bestehen lediglich aus mürbem zelligen Kalksandstein, ohne deutliche Oberflächenbank. Grauer kalkhaltiger Sand liegt darüber, aber er ist nur wenig mächtig.

Außerhalb des Flußbettes dehnt sich eine weite Ebene nach Süden hin aus. Sie wird am südlichen und westlichen Horizont von einem fernen Baumstreifen abgeschlossen, der das Ende der sandfreien Kalkfläche und den Beginn des Sandfeldes bezeichnet.

Die Kalkfläche selbst ist keine einfache Ebene, sondern sehr kompliziert zusammengesetzt. Wohl besteht sie hauptsächlich aus mürbem Kalksandstein, wie er am Botletle die steilen Wände bildet, in diesen sind aber eingeschnitten, einmal flußbettartige Vertiefungen, d. h. Rinnen von 10—20 m Breite und 2—3 m Tiefe, sodann rundliche und längliche Niederungen. Diese liegen gleichfalls 2—3 m tief und haben verschiedene Durchmesser von fünfzig bis vielen hundert Metern. Die Flußbetten münden in den Botletle, die nahe demselben gelegenen pfannenartigen Niederungen sind gleichfalls mit ihm durch 20—30 m breite Rinnen verbunden.

Beide Arten von Einsenkungen treten in wirrem Durcheinander auf und lösen stellenweise die aus Kalksandstein bestehende Platte in schmale Rücken auf. An anderen Stellen ist dieselbe aber mit breiter Oberfläche entwickelt. Auf den Höhen liegt über dem Kalk etwas grauer Sand, und hier allein wachsen Bäume, hauptsächlich Kameldornbäume. In den Niederungen liegt ein grauer kalkreicher Schlammboden mit Wurzelröhren. Er ist ziemlich salzreich, und deshalb ist seine Oberfläche, wie durch Frost, aufgelockert und bricht bei jedem Schritt zusammen. In den Niederungen wächst nur das gelbe stachelige Gras.

An dem Polizeilager hat man in einer solchen Niederung, die einen Durch-

messer von wenig über 100 m hat, einen Brunnen gegraben, der folgendes Profil zeigt.

Oben liegt, 2 m mächtig, grauer sandhaltiger und kalkreicher Schlamm, der nach unten hin in weißen, außerordentlich feinen und leicht zerreiblichen Kalkschlamm übergeht. Dieser leichte Kalkschlamm ist nicht eigentlich geschichtet, zeigt aber die Neigung horizontal abzuschilfern und ist von sehr feinen senkrecht orientierten Wurzelröhren durchsetzt. In 10 m Tiefe steht Wasser, das sehr salzig, bitter und ungenießbar ist. Der Kalkschlamm war noch nicht durchsunken, also jedenfalls über 8 m mächtig.

Dieses Profil ist außerordentlich wichtig. Denn es zeigt, daß die Niederungen nicht oberflächliche Einsenkungen, sondern erhebliche Vertiefungen sind. Diese sind mit einem besonderen Kalk ausgefüllt, der sich von dem gewöhnlichen Kalksandstein, der die Wandung bildet, durchaus unterscheidet.



Abbildung 3. Mochoto-Akazien — Ac. Giraffae — auf einer Grasfläche in der Überschwemmungszone des Limpopo. Ganz ähnliche Landschaftsbilder sieht man am Botletle beim Übergang des Uferwaldes in die Ebene des Makarrikarribeckens.

Rückblick.

I. Das Flußsystem.

Der Ngamifluß und Botletle zerfallen in drei, geologisch und landschaftlich verschiedene Abschnitte,

1) den Ngamifluß bis zum Tamalakane,
2) den Botletle bis Makala Mabäle,
3) den Botletle von Makala Mabäle bis zu den Ebenen des Makarrikarribeckens.

1) Der Ngamifluß ist die direkte Fortsetzung des spitz zulaufenden Ostendes des Ngamisees. Das Flußbett ist anfangs 150 m breit und 5—10 m

tief, verbreitert sich jedoch nach Osten hin und schließt sogar kleine Inseln ein. Die Stromrinne innerhalb des Flußbettes ist anfangs ganz trocken, schmal und unregelmäßig. Lokal hat der Strom tiefe rundliche Pfannen — Kolke — ausgewühlt, die z. T. dauernd Wasser enthalten. Tote Flußarme mit kleinen Pfannen treten häufig auf, und zwar um so häufiger, je weiter man nach Osten kommt. An der Außenseite von Flußkrümmungen sind die Ufer oft unterwühlt und steilwandig. In den Jahren 1896—98 begann die geschlossene Wasserfläche bei Komaning als ein 80—150 m breites langgestrecktes Bassin, das nach Osten hin durch einen mehr oder weniger verschilften Flußarm, der sich lokal erweiterte, mit dem Tamalakane in Verbindung stand. Während der Hochflut ging das Wasser 1898 bis Lekala, 1899 erreichte es den See.

2) Zwischen der Einmündung des Tamalakane, der ein tiefes schmales Bett hat, und Makala Mabäle erreicht der Botletle seine größte Breite. Zu gleicher Zeit sind seine Ufer meist wenig steil und hoch, so daß man das Tal schlecht übersehen kann. Flußbettartige Einschnitte und Senkungen durchfurchen oft die Ufer und tragen zum Verwischen der scharfen Begrenzung des Flußbetts bei. Die Stromrinne innerhalb des Tals ist nicht tief eingeschnitten, sondern meist breit, flach und oft wenig ausgeprägt, namentlich auf felsigem Untergrund. Unterwühlungen des Ufers mit Ausbildung relativ steiler Wände kommen selten vor und bestehen dann aus Sand, nicht aus Kalk.

3) Jenseits Makala Mabäle verengt sich das Flußbett auf 150—200 m und erweitert sich nur lokal — so z. B. 2.5 km oberhalb Macholi — auf 350—400 m. Die Ufer sind anfangs nur 4—6 m hoch, vertiefen sich aber, je weiter man nach Osten gelangt. Die bedeutendste Höhe erreichen sie bei Meno a kwena mit 18—20 m Höhe. Von hier senken sie sich wieder. Bei Mochete Drift sind sie noch 8 m hoch. Mit dem Erreichen der Grasebenen geht das Flußbett nicht etwa in die Ebenen über, sondern ist mit einem 6—8 m tiefen Kanal in dieselben eingeschnitten. Die Stromrinne nimmt von Kala Mabäle ab nach Osten hin im allgemeinen an Breite und Wassergehalt ab. Sie schlängelt sich in dem Tal so stark, daß die Außenseiten der Krümmungen das Ufer unterwühlt und steile Wände geschaffen haben, die gute geologische Profile aufweisen. Dagegen sind die Ufer auf den Innenseiten abgeflacht und bieten schlechte Aufschlüsse.

Die Form des Flußbetts ist von dem geologischen Bau des Landes abhängig. Im Kalksandstein hat er einen Cañon gegraben, weil er sich in das weiche Gestein leicht einschneiden konnte. Auf dem harten Chalcedonsandstein hat sich das Wasser dagegen ausgebreitet und durch seitliche Erosion die weite Talsohle geschaffen. Daher das breite Tal zwischen dem Tamalakane und Makala Mabäle.

Die Wasserverhältnisse des Botletle, die jährliche Flut, die allmähliche Wasserabnahme und Trockenlegung ganzer Teile des Flusses seien im Zusammenhang mit dem gesamten Flußsystem des Okavangobeckens behandelt. Indes möchte ich doch hier bereits auf folgende bemerkenswerte Tatsache hinweisen. Zwischen dem Ngami und der Mündung des Tamalakane ist das Land anscheinend absolut eben. Das Wasser fließt wohl bei Hochflut aus dem Tamalakane nach dem See zu ab, andererseits ist es früher aber auch umgekehrt bei Hochstand des Sees nach Osten abgeflossen.

Von Meremis Drift ab nach Osten, also in dem tiefen Kalkcañon des Botletle bis nach Ssebituanes Drift habe ich niemals eine Strömung bemerkt, mindestens war dieselbe so schwach, daß man sie ohne weiteres nicht erkennen konnte. Dagegen war zwischen dem Tamalakane und Matabeledrift stets ein deutlicher Abfluß festzustellen. Das Wasser rieselte auch bei Tiefstand über die Felsriffe des Chalcedonsandsteins. Man kann also sagen, daß ein wirkliches Gefälle nur auf der zuletzt genannten Strecke besteht.

Wenn man nun ferner sieht, daß gerade auf dieser Strecke die Existenz

des Kalaharikalks zweifelhaft ist, daß diese Ablagerung von Meno a kwena ab anscheinend in nordwestlicher Richtung sich auskeilt, daß andererseits der Kalaharikalk im Gebiet des Ngamiflusses wieder anschwillt, so drängt sich der Gedanke auf, daß die Region des Chalcedonsandsteins eine Bodenschwelle bildet, die der Botletle auf der Linie Tamalakane—Meremis Drift durchschnitten hat.

Wir werden später sehen, daß diese Auffassung bei der Betrachtung der Beziehung dieses Gebiets zu den umliegenden an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

II. Der geologische Aufbau.

Grundgestein wurde anstehend nicht beobachtet, vielmehr nur Deckschichten.

1) Die Botletleschichten.

Dieselben zerfallen in zwei scharf getrennte Glieder
a) die eingekieselten Chalcedonsandsteine,
b) die verkieselten Kalksandsteine.

a) Die eingekieselten Chalcedonsandsteine sind löcherige zerfressene, mit Eisenhydroxydrinden und schaligen Konkretionen, sowie fingerdicken Röhren durchsetzte glasig glänzende Sandsteine. Die Röhren waren und sind z. T. noch mit wenig verkittetem Sand erfüllt. Stellenweise enthalten sie bis faustgroße Rollstücke von Quarz- und Chausegrauwacken, z. B. bei Mori Messotla am Ngamifluß. Die Farbe der Sandsteine ist grau, weißlich, grünlich, wenn frisch; rotbraun und gefleckt, wenn verwittert.

Diese Chalcedonsandsteine finden sich zwischen dem Ngami und Meremis Drift. Weiter östlich tritt dieses Gestein nur bei ²Namossan und am Skorpienslager auf. Sie haben eine recht unregelmäßige Oberfläche. Bald steigen sie auf, bald verschwinden sie unter den Alluvien. Die beobachteten Niveaudifferenzen ihrer Oberfläche an benachbarten Punkten mögen 10 m betragen. Ihre Lagerung ist flach, soweit die sehr undeutliche Bankung überhaupt Schlüsse auf die Lagerung des Gesteins zuläßt.

b) Pfannensandstein. An zwei Stellen fanden wir einen harten, manchmal verkieselten, fossilienfreien Kalksandstein, nämlich bei Mori Mossotla und Lilekwale. Derselbe mag noch häufig unter dem Kalaharikalk anstehen, ist aber nicht aufgeschlossen, vielmehr von der Schutthalde am Fuß des Steilufers verdeckt. Auch bei Mori Messetla war er von der Halde überschüttet. Man kann also wohl mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß er noch öfters vorkommt.

Über seine Lagerung und räumliche Ausdehnung wissen wir nichts. Es ist nur eine Vermutung, wenn ich annehme, daß er lokale Niederungen in Chalcedonsandstein oder Grundgestein ausfüllt, ähnlich wie am Ngami. Die Grenze gegen den Kalaharikalk war in den beobachteten Fällen scharf und kein Übergang vorhanden.

2) Der Kalaharikalk.

Über dem Chalcedon- resp. Pfannensandstein liegt eine Masse von Kalksandsteinen, die folgende Eigentümlichkeiten besitzen. Quarzsand, dem spärlich Brocken von Feldspat, Chalcedon und anderen Gesteinspartikeln beigemengt sein können, sind von einem kalkigen bis dolomitischen Zement verkittet. Indem dieses Zement lokal reichlicher und härter entwickelt ist, entsteht eine zellige Struktur. Die Leisten und Wände sind kalkreich, der Zellinhalt kalkarm. In den unteren Partien ist das Zellwerk am schwächsten und spärlichsten, nimmt aber kontinuierlich nach oben hin zu. In den obersten Partien schließt es sich zu einer harten knolligen sandarmen Kalkbank zusammen. Kalkrinden und -Röhren rufen eine dem harten Sinterkalk ähnliche Sinterstruktur hervor. Die

Oberfläche der Kalkbank ist unregelmäßig, knollig, huckelig und mit Kalkrinden überzogen.

Der Kalksandstein bei Mreno a kwena enthält Kochsalz, und zwar findet sich dasselbe hauptsächlich in den kalkarmen Zellnestern, weniger in den kalkreichen Wänden.

Gleichzeitig wird der Kalk von Röhren durchzogen, die bis Bleistiftdicke erreichen können und auf alte Wurzeln zurückzuführen sind. Verkalkte Wurzeln sind nicht selten, zuweilen noch mit humoser Substanz. Es ist im hohen Grade wahrscheinlich, daß ursprünglich Wurzelmassen zur Ausbildung des Zellwerks ganz wesentlich beigetragen haben, indem sie dem zirkulierenden Wasser den Weg wiesen.

Welche Entstehung hat die harte Oberflächenbank und das Zellwerk?

Es ist ja an und für sich möglich, daß die Oberflächenbank ursprünglich schon eine kalkreichere Ablagerung war, vielleicht sogar schon Sinterstruktur besaß, und die letzte Ablagerung in einem austrocknenden Becken ist, in dem zuletzt, bei periodischen Überschwemmungen und Überrieselungen, Rinden- und Sinterkalke zur Abscheidung gelangten. Daß aber dann noch nachträglich sekundäre Prozesse der Auflösung und Wiederabscheidung von Kalk im Gange waren, das beweist die Zellenstruktur des Kalksandsteins.

Wahrscheinlich ist sie aber eine sekundäre Bildung und hat die gleiche Entstehung, wie die Kalkkrusten der Halbwüsten[2]), z. B. in den Atlasländern[3]), Ägypten und Palästina[4]). In einem heißen Klima mit mäßigen Niederschlägen (d. h. von ca. 200—300 mm) und bei spärlicher Vegetation, wo heiße Sonnenglut und Platzregen schnell wechseln, entstehen solche harte Oberflächenbänke über mürben erdigen Kalkablagerungen und auch über Gesteinen verschiedenster Art durch Aufsteigen und Ausblühen des gelösten Kalks. Daß hier lebhafter Umsatz von Kalk stattgefunden haben muß, beweist die Ausbildung des Zellensystems, das unmöglich eine primäre Bildung sein kann, wohl aber durch hygroskopisch aufsteigendes, kalkreiches Wasser entstanden sein dürfte. Daher der allmähliche Beginn des durch Anreicherung von Kalk entstandenen Zellwerks und das Maximum der Kalkanreicherung an der Oberfläche. Die Ansicht, daß ursprünglich Wurzeln bei der Ausbildung des Zellwerks beteiligt waren, widerspricht nicht solchen Vorstellungen.

Die Oberflächenbänke würden demnach wichtige Schlüsse auf die klimatischen Verhältnisse gestatten, die zur Zeit ihrer Entstehung herrschten, nämlich auf heißes trockenes, aber nicht regenloses Steppenklima, wie in unseren heutigen Halbwüsten in Nordafrika und Nordamerika.

Im Anschluß an den beschriebenen Prozeß der Ausbildung eines Kalkzellwerks hat sich nun an einigen Lokalitäten ein zweiter sekundärer chemischer Prozeß entwickelt, nämlich die Verkieselung. Auch diese erreicht ihr Maximum oben, ihr Minimum unten. Der Sitz der Verkieselung sind die kalkreichen Zellwände. Unten findet man kleine glasige Kerne als ersten Beginn der Verkieselung, nach oben hin bilden sich faust- und handgroße verästelte „Lößmännchen". Die Oberflächenbank ist am stärksten verkieselt. Mikroskopisch ist der Beginn des Prozesses aber überall nachweisbar, und zwar in Form kleiner Chalcedonskelette, die den Quarzsand verkitten. Dieser Prozeß scheint nach Ansicht von Herrn *H. Reichelt* mit der Auflösung der Diatomeen zu beginnen. Denn in den Chalcedonskeletten sind noch Schalenreste vorhanden. (Vergl. Anhang VIII.)

Der Kalksandstein ist reich an Schalen von Gastropoden. Sehen wir von zwei Arten ab — Corbicula africana und Vivipara Passargei —, die über dem Pfannensandstein am Letter tree liegen und zwar rezenten Formen sehr ähneln, aber weder fossil im Kalaharikalk noch lebend im Okavangosystem bisher gefunden worden sind, so handelt es sich lediglich um lebende Mollusken,

die teils in der Sandsteppe (z. B. Buliminus), teils in den heutigen Sümpfen und Seen vorkommen.

Bemerkenswert ist die Einlagerung gastropodenreicher Kalktuffe im Kalksandstein von Lekala. Wir werden ähnliche Bildungen später in den Kalkpfannen kennen lernen.

Diatomeen kommen reichlich vor und zwar sind es durchweg Brackwasserformen; Süßwasserdiatomeen fehlen ganz.

Der mürbe Kalksandstein beginnt am Ngamisee, wo er in der Totingbucht in Platten ansteht, die der Erosion entgangen sind. Am Ngamifluß fehlt er wohl nirgends, wenn er auch nicht überall aufgeschlossen ist. Dagegen ist er zwischen dem Tamalakane und Makala Mabäle nirgends nachweisbar. Von Macholi ab begrenzt er wieder in Form steiler Wände den Fluß und bildet die weiten Ebenen bei Ssebituanes Drift. Seine Mächtigkeit ist also anscheinend recht wechselnd. Die größte Mächtigkeit dürfte er im Makarrikarribecken erreichen. Bei Ssebituanes Drift ist er wohl mindestens 10 m mächtig, am Letter tree 6 m, bei Meno a kwena 9—10 m. Bei Macholi dagegen nur noch 2—2.50 m. Noch weiter westlich keilt sich der Kalk vielleicht ganz aus, mindestens wird er sehr wenig mächtig. Erst am Ngamifluß ist er wieder gut entwickelt und erreicht bei Mori Messetla 8 m Mächtigkeit.

Auf zwei anscheinend lokale Kalkablagerungen sei hier noch hingewiesen.

Die Schicht b[1] im Profil Meno a kwena ist relativ sandarmer, sehr weißer Kalk mit eigentümlichen horizontal abschilfernden Lagen, feinen Röhren und harter Oberflächenbank, aber ohne knollige Sinterstruktur. Die Ausdehnung und Art der Ablagerung ist nicht bekannt.

Das zweite Vorkommen ist der feine Kalkschlamm in den eigentümlichen Becken der Ebene von Ssebituanes Drift. Auch dieser Kalkschlamm hat die abschilfernden Lagen und haarfeinen Röhren, wie die Schicht b[1], nur daß er ganz weich und locker ist. Derselbe Kalkschlamm bildet, wie hier bereits bemerkt sei, Ablagerungen in manchen Vertiefungen des Makarrikarribeckens. Bei Ssebituanes Drift macht er durchaus den Eindruck einer relativ jungen, nicht erhärteten Bildung. Bemerkenswert und für die Erklärung vielleicht wichtig ist der hohe Salzgehalt dieses Kalkschlamms in dem Brunnen des Polizeilagers.

3) Der Kalaharisand.

Der Kalaharisand ist stets von dem liegenden Kalaharikalk scharf getrennt, auch da wo letzterem eine harte Oberflächenbank fehlt. Er beginnt überall als kalkreicher Sand, der zuweilen, wie z. B. bei Meno a kwena und am Letter tree, mehr ein sandiger an vegetabilischen Stoffen reicher Kalkschlamm als Sand ist. Abgesehen von der Zunahme an Sand beruht der Gegensatz zum Kalaharikalk auch auf dem Auftreten zersetzter vegetabilischer Reste. Von größter Wichtigkeit ist der Gehalt an Diatomeen in dem kalkhaltigen Sand, und zwar setzen sich dieselben aus zwei Elementen zusammen, aus Salzwasser- und Süßwasserdiatomeen. Die Salzwasserdiatomeen sind identisch mit den Diatomeen des Kalaharikalks, die Süßwasserformen dagegen mit denen der heutigen Sümpfe und Flüsse. Im liegendsten Kalaharisand mischen sich also beide Faunen. Das ist ein Faktum von allergrößter Bedeutung und für die Auffassung des hiesigen Kalaharisandes und -kalks entscheidend.

Nach oben hin verliert der Kalaharisand seinen Kalkgehalt vollständig und geht in rötlich grauen Sand über. In der Nähe des Flusses ist er in nichts verschieden von dem Sand der gewaltigen Sandsteppe, vielmehr ist das Bett des Botletle lediglich in dieselbe eingeschnitten. Wohl ist der Sand im Bereich der Waldzone des Flußufers grau und humos, und von flußbettartigen und kessel-

förmigen Senkungen durchzogen, aber mit dem Aufhören des Waldes geht er schnell in den rötlichen Sand der Kalahari über. Im Verein mit der dem Flußufer eigentümlichen Vegetationsbedeckung stellt dieses Gebiet der „Vleylandschaft“ eine Übergangszone zwischen Steppe und Uferwald vor. Dieselbe ist zwischen dem Tamalakane und Makala Mabäle am besten entwickelt, dürfte aber nirgends die Breite von 5—6 km erheblich überschreiten.

4) Die Alluvien.

Die alluvialen Ablagerungen bestehen aus weißem Flußsand und schwärzlichem humosem, an Asche reichem, sandigem Schlammboden. Der Sand liegt unten über dem festen Gestein und wird im Bereich der toten Flußarme und des ehemaligen mit Schilf erfüllten Sumpflandes von dem Schlammboden überlagert. Letzterer bildet eine 20—50 cm starke Schicht, die einen ganz entsetzlichen Staub verursacht. Schwärme scharrender Perlhühner wirbeln hohe Wolken empor und verraten sich dadurch schon auf Hunderte von Metern. Ein Mittelding zwischen dem Schlammboden und dem weißen Flußsand ist ein humoser grauer an Staub und Asche reicher Sand, der sich besonders in dem am frühesten von Wasser entblößten Alluvium, abseits der heutigen Stromrinne findet. Er nähert sich durch Zunahme von vegetabilischen und wohl auch tonigen Bestandteilen dem Schlamm, während er andererseits umgekehrt durch Abnahme derselben und Zunahme des Sandes in grauen Kalaharisand übergeht. Am Rande des Flußbettes, im Bereich der „Vleylandschaft“, kann man solche Übergänge allenthalben beobachten.

Wo der mürbe Kalksandstein die Wandungen des Flußtals bildet, sind die Alluvien naturgemäß reich an Kalk, während der herabgeschwemmte und -gewehte Kalaharisand eine Hauptquelle des Flußsandes ist.

Entsprechend den beiden hauptsächlichsten Alluvien bestehen die Ablagerungen im Bereich der Flußrinne aus Sanden, in den Schilfsümpfen dagegen hauptsächlich aus einem zersetzte Vegetabilien und verbrannte Asche enthaltenden Schlamm. Von mineralischen Bestandteilen enthält letzterer neben etwas Ton vorwiegend Sand und Kalk.

Folgerungen.

1) Botletleschichten.

Die Zweiteilung der Botletleschichten wird bestätigt. Unten liegen eingekieselte Chalcedonsandsteine als Vertreter der ersten Periode der Chalcedonlösungen, darüber Kalksandsteine aus der ersten Periode der Kalklösungen. Die zweite Periode der Chalcedonlösungen ist hier nur wenig durch Verkieselung ausgeprägt.

Die Oberfläche der Chalcedonsandsteine ist in ursprünglicher Beschaffenheit nicht beobachtet werden. Wir wissen also nicht, ob Pfannensandstein oder Kalaharikalk eine Breccie in ihrem Liegenden bilden. Dagegen ist die Oberfläche des Pfannensandsteins am Letter tree gut aufgeschlossen. Sie ist eine harte unregelmäßige knollig-buckelige Oberflächenbank mit Kalkrinden. Anscheinend sind die Teiche oder Seen, in denen der Kalk abgelagert wurde, ausgetrocknet und die Oberfläche der Kalklager den Atmosphärilien, der Austrocknung und wiederholten Einwirkung der Auflösung und Wiederabscheidung des Kalkes unter Ausblühen hygroskopisch aufsteigender Kalklösungen ausgesetzt worden. Das wäre also eine Bestätigung der Vermutung, daß der ersten Periode der Kalklösungen eine erneute Trockenperiode folgte. Durch Insolation zersprungen und zerklüftet ist die Oberfläche hier nicht. Da die hiesigen Pfannensandsteine relativ tief lagen, mögen sie verhältnismäßig feucht geblieben sein, zumal wenn Salz, das ja sehr

hygroskopisch ist, als letzter Rest des ausgetrockneten Sees sie einst bedeckt haben sollte. Und das wäre wohl sehr wahrscheinlich.

Auch die Chalcedonsandsteine mögen zur Zeit der Einkieselung z. T. mit Wasser bedeckt gewesen sein. Die langen geraden Röhren in ihnen machen den Eindruck von Schilfstengeln, und daß fließendes Wasser nicht immer gefehlt hat, zeigen die glatten Rollstücke von Quarz und Grauwacke, z. B. bei Mori Mossetla, wenn dieselben auch nicht weit transportiert worden sein mögen.

Die Beobachtungen in diesem Gebiet zwingen uns also bezüglich der Botletle-schichten nicht zu anderen Erklärungen, als für dieselben Schichten des Ngami-rumpfes.

2) Kalaharikalk.

Der Kalksandstein macht den Eindruck einer Ablagerung in Seebecken, und zwar war das Wasser salzig. Das beweist der Salzgehalt der Ablagerungen und das Vorhandensein der Brackwasserdiatomeen. Indes kann der Salzgehalt nicht bedeutend gewesen sein, da die erwähnten Diatomeen, sowie Mollusken und Spongien in den Seen gelebt haben, die alle wiederum auf andere Tiere und besonders auch eine erhebliche Pflanzenwelt angewiesen sind. Der Gehalt der Ablagerungen an Kalk vermehrte sich vielleicht am Ende der Ablagerung. Schließlich erfolgte Trockenlegung des oder der Seebecken. Denn sei es, daß die harten Oberflächenbänke eine Sinterkalkbildung in rieselndem Wasser auf periodisch überschwemmtem Seeboden sind oder sekundärer Kalkauflösung und Abscheidung, sowie Ausblühen von Kalk ihre Entstehung verdanken, Trockenlegung der Oberfläche war zu ihrer Bildung in jedem Falle notwendig.

Einige sekundäre Prozesse haben fernerhin die Ablagerung verändert. Einmal die Ausbildung des Kalkzellwerks durch das zirkulierende Wasser unter Beihülfe eines Wurzelwerkes entweder von primärer Schilfvegetation oder sekundärer Bewachsung nach Trockenlegung. Dieser Vorgang war mit Auslaugung des Salzes verbunden; denn dasselbe fehlt den Zellwänden, ist dagegen zuweilen in den Maschen erhalten geblieben (Meno a kwena). Sodann trat Verkieselung ein, zuweilen makroskopisch unter Bildung glasiger Chalcedonsandsteine. Schließlich ist — äußerlich nicht erkennbar — Dolomitisierung stellenweise nachweisbar.

Interessant ist bei Mori Mossetla die Einlagerung von Kalktuffbänken, die an Gastropoden reich sind und den Pfannenkalktuffen gleichen, die wir später kennen lernen werden. Sie weisen auf Teiche mit reichem Tier- und Pflanzenleben hin.

Sehr interessant ist ferner das Auftreten einer neuen Kalkschicht (b^1) über der Oberflächenbank des Kalksandsteins. Diese zweite Kalkmasse, die auf der runzlichen Oberfläche von b liegt, kann sehr wohl als Ablagerung von Kalkschlamm in einem lokalen Seebecken erklärt werden, das sich vorübergehend wieder bildete. Diese Verhältnisse deuten entschieden auf Klimaschwankungen auch während der Ablagerung des Kalaharikalks hin. Der Struktur nach gleicht dieser Kalk b^1 auffallend dem Kalkschlamm im Brunnen des Polizeilagers bei Ssebituanes Drift.

Auf das Problem, das jene Becken in der Kalksandsteinebene bieten, sei hier nur kurz hingewiesen. Sind sie nachträglich aus dem Kalksandstein ausgewaschen worden, also Kolke, die sich später mit Kalkschlamm füllten? Oder sind Kalkschlamm und -sandstein gleichzeitige Bildungen? Wird man nicht an die Dolomitklippe am Ngami erinnert? Auch dort steckt ein Stock aus reinem Kalk in Kalksandstein. Wir wollen hier nicht weiter auf diese Fragen eingehen, dieselben aber im Auge behalten.

Der Kalaharikalk am Botletle steht zu dem des Ngamirumpfes, d. h. dem harten Sinterkalk in deutlichem Gegensatz. Hier Rinden und Hauben von Sinterkalk auf festem Gestein, dort ausgedehnte Ablagerungen in Seebecken.

Nur die Oberflächenbank ähnelt dem harten Sinterkalk, und man wird den Gedanken nicht ohne weiteres abweisen, daß zwischen beiden Bildungen nähere Beziehungen bestehen, sei es, daß beide primäre Kalkabscheidungen in rieselndem Wasser sind oder daß wiederholte Kalkauflösung und -Abscheidung unter dem Einfluß der Atmosphärilien, sowie Ausblühen hygroskopisch aufsteigender Kalklösungen sekundär ähnliche Bildungen geschaffen haben.

Wie dem auch sei, die Periode des Kalaharikalks schloß mit einem trockenen heißen Klima ab. Die Seen trockneten aus, und die Oberflächenbänke gelangten zur Ausbildung. Es muß ein Klima geherrscht haben ähnlich dem Halbwüstenklima des heutigen Unter-Ägypten und der Steppengebiete der Atlasländer. Bemerkenswert aber ist der Umstand, daß die Oberflächenbank in dem Makarrikarribecken nicht zur Ausbildung gelangt ist. Hielt sich dort in den tiefsten Partien das Salzwasser oder verhinderte eine hygroskopische, feuchtbleibende Salzschicht ihre Entstehung?

3) Der Kalaharisand.

Der Kalaharisand liegt mit scharfer Grenze auf der Oberflächenbank des Kalaharikalks, also beginnt mit ihm eine neue Periode. Und zwar ist er, wie sein Reichtum an Kalk und an Diatomeen zeigt, eine Wasserablagerung. Die Brackwasserdiatomeen des Kalaharikalks sind mit reinen Süßwasserformen gemischt. Demnach kann man wohl annehmen, daß ein Brackwasserbecken von Süßwasserflüssen überflutet wurde.

Daß der Sand dem Wasser seine Ausbreitung und Entstehung verdankt, darauf deutet auch seine Anhäufung an den Flußufern im Bereich der Kalkplatte des Makarrikarribeckens hin. Das Flußbett des Botletle ist jünger als der Sand, in den er eingeschnitten ist. Die beiden Sandstreifen, die den Fluß begleiten, können also sehr wohl zu einer Zeit abgelagert sein, als der Fluß anfing, sich einzuschneiden, aber noch häufig seine Ufer überschwemmte.

Einst muß ein größeres Flußsystem bestanden haben. Denn zahlreiche alte Flußbetten gehen stellenweise von ihm ab und verlieren sich im Sandfeld, indem sich ihre Konturen verwischen und die Sedimente verändern, d. h. in Kalaharisand übergehen. Gleichzeitig findet ein allmählicher Übergang von der üppigen Vegetation der Flußufer zu der kärglichen Steppenflora statt.

Der Sand der umgebenden Kalahari ist jedenfalls identisch mit dem Sand am Flußufer. Letzterer ist an der Oberfläche ebenso beschaffen, wie der des Sandfeldes, d. h. kalkfrei und graurötlich. Die Vegetationsschicht umfaßt im Bereich des üppigen Uferwaldes wohl den Sand in ganzer Mächtigkeit, während sie in der Steppe nur mäßig mächtig ist. Das dürfte der einzige Unterschied sein.

Alle diese Verhältnisse lassen keine andere Deutung zu, als daß das Sandfeld im Gebiet des Botletle eine Ablagerung in Wasser ist, und zwar wahrscheinlich in einem Seebecken, in das er durch Flüsse hineingeschwemmt worden ist.

Bezüglich der klimatischen Verhältnisse sind wir also zu der Annahme genötigt, daß die Periode des Kalaharisandes mit einer bedeutenden Erhöhung der Niederschläge begann, die zu der Ausbildung von Süßwasserseen und Flußläufen führte, wie sie zur Zeit des Kalaharikalks noch nicht bestanden hatten.

4) Die Alluvien.

Die Alluvien der Flußtäler bestehen aus weißem Sand mit humoser dunkler Schlammdecke. Ersterer ist aufzufassen als Ablagerung in stark fließendem Wasser, das genügende Kraft besaß, die leichten tonig-vegetabilischen Stoffe zu entfernen, der Schlamm hingegen als Ablagerung in stehendem oder schwach fließendem Wasser. In den Schilfsümpfen bildet er sich noch heutzutage. Dem-

nach kann man mit Bestimmtheit sagen, daß das Flußbett ursprünglich mit kräftig fließendem Wasser erfüllt war und erst später versumpfte. Die Erosion des tiefen Botletle-Cañons ist ja auch ohne stark fließendes Wasser nicht denkbar.

Nachdem der Fluß versumpft war und sich Schlamm in ihm niedergeschlagen hatte, erfolgte eine Erosion in die eigenen Sedimente, die zu den heutigen schmalen Flußrinnen und den lokalen Kolken oder Pfannen führte, wie wir sie als Beispiel bei Lekala näher kennen gelernt haben.

Eine andere außerordentlich wichtige Frage ist die nach der Entstehung der humosen Sande, die bei dem Übergang der Flußlandschaft in die Sandsteppe entstehen, und zwar aus den Alluvien hervorgegangen sind. Wir wollen hier nur auf die Tatsache solchen Überganges hinweisen, eine Erklärung aber erst später bei der Darstellung der Alluvien des Okavangobeckens versuchen.

Anmerkung.

[1]) *Passarge*: Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. Jahrbuch Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt f. 1901. Bd. XXIII.

[2]) *Walther*: Das Gesetz der Wüstenbildung. Berlin 1900. S. 58.

[3]) *Blankenhorn*: Der Atlas. Ergänzungsheft Peterm. Mitt. 90. S. 46.
Neues zur Geologie und Paläontologie Ägyptens. Zeitschr. d. geol. Ges. 1901. S. 480 ff.
Fischer: Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise im Atlas-Vorlande von Marokko. Ergänzungsheft 133 zu Petermanns Mitteilungen (1900).
Meine dritte Forschungsreise im Atlas-Vorlande von Marokko. (S. A. der Mitteil. der Geogr. Ges. Hamburg 1902, Bd. XVIII.)

[4]) *Fraas*: Geologisches aus dem Orient 1867. S. 346.

Kapitel XIII.

Das Hainafeld.*)

Auf dem direkten Wege zwischen Ssebitnanes Drift und den Kwebebergen liegt ein Gebiet, das sich durch einen großen Reichtum an Pfannen auszeichnet, die während der Regenzeit Wasser enthalten. Dieses Gebiet nennen die Buschmänner Haina oder Chaina. Während der Regenzeit wird es von dem Stamm der Tsérekwe bewohnt. Die Trekburen haben es einmal durchzogen, und nach ihren Berichten war an einem der drei Hainakoppjes eine Quelle vorhanden. Diese Hügel waren von den Kwebebergen aus als drei winzige bläuliche Punkte sichtbar, und durch Peilungen wurde ihre Entfernung auf ca. 38.5 km festgestellt.

Es kam nun darauf an, einen direkten Weg von den Kwebebergen nach Ssebituanes Drift zu finden, der dauernd benutzt werden konnte. Denn dadurch wären die Kosten und die Dauer des Transports nach Palapye ganz wesentlich vermindert worden. Führer gab es leider nicht, ebensowenig verfügten wir über die bewährten Bahnbrecher in Südafrika, die Trekochsen. Denn die Rinderpest hatte den Viehstand ruiniert. So mußten wir denn experimentieren, und die Versuche waren lehrreich genug.

Der erste Versuch erfolgte im Januar 1897 und scheiterte kläglich. Ich sollte nämlich mit einem leichten, von 8 Eseln gezogenen Wagen die Quelle an den Koppjes und von dort aus die Pfannen des Hainafeldes zu erreichen suchen. Vor mehreren Jahren war einmal ein Wagen auf diesem Wege gefahren, und es galt seiner Spur zu folgen. Ein Prospektor begleitete mich, zwei Kapjungen und ein Kaffer sollten Pfadfinder und Treiber zugleich sein.

Der Ausgang der bewußten Wagenspur war bekannt, und es wurde zunächst eine Strecke von ca. 6 km, nämlich bis ²Nóssi, vom gröbsten Gebüsch gesäubert. Am 19. Januar brachen wir auf. Die ersten 6 km ging es flott vorwärts, allein mit dem Erreichen des ungesäuberten Weges begannen die Leiden. Die Esel erwiesen sich als viel zu schwach, um den leichten Wagen durch das Gebüsch zu ziehen. Ca. 10 km von Kwebe entfernt, waren sie bereits ermattet, und wir mußten ausspannen. Am folgenden Tage ging ich mit zwei Leuten auf der Spur voraus. Dieselbe wurde bald sehr undeutlich. Auf dem Boden selbst war nichts zu sehen, vielmehr mußten hauptsächlich trockene braune Äste an dem Fuß der Büsche, die durch die Räder umgeknickt und abgestorben waren, als Wegweiser dienen.

*) Hierzu Blatt 1, 2 und 20.

So verloren wir denn oft die Spur und kamen nur langsam vorwärts. Nach dreistündiger Wanderung waren wir nur 10 km weiter gekommen. Das Land war durchweg eine leicht gewellte Sandebene mit niedrigem Busch nebst Inseln und Streifen hoher Bäume bedeckt.

Auf dem Rückweg wurde mit Äxten das gröbste Gebüsch auf ca. 5 km hin beseitigt und am 21. Januar die letzte Strecke vollendet. Die Versuche hatten zur Genüge ergeben, daß wir auf solche Art mit Eselwagen das Hainafeld niemals erreichen würden. Als Abschluß dieses Versuchs schickte ich die beiden Kapjungen mit einem mit Wasser beladenen Esel voraus, um die Koppjes zu erreichen und die dortige Quelle aufzusuchen. Sie kamen nach zwei Tagen zurück, hatten sie aber nur von fern gesehen.

Die Hoffnung, mit Eselwagen das Hainafeld zu durchqueren, mußte man aufgeben. Wir versuchten es nun mit Packeseln. Acht starke Tiere wurden ausgewählt, hölzerne Eselsättel gebaut, Riemen angefertigt, und am 13. Februar brachen wir auf. Meine Begleiter waren der Topograph der Expedition, Clarke, drei Kaffern als Treiber und ein Buschmann namens ²Anu ²kai (auf deutsch: Ochsenhorn) als Führer. Am späten Nachmittag des 13. ging es fort. Wir übernachteten an der ersten Vley der Gemarkung ²Nossi und kamen am Vormittag des folgenden Tages nach der östlichsten Vley dieser Gemarkung. Dieser kurze Marsch hatte bereits gezeigt, daß auch diese Reisemethode viel zu schwerfällig war. Das Bepacken der Esel dauerte über zwei Stunden. Auf dem Marsch brachen die Tiere aber fortwährend aus und rannten gegen Dornbüsche. Dabei verschoben sich natürlich die Lasten, diese drückten und stießen die Tiere, die nun bockend durch den Busch galoppierten, bis sie die lästige Last abgeworfen hatten. Solche Experimente bekamen den Lasten nicht besonders gut, und das Einfangen der Tiere und das neue Bepacken nahm endlose Zeit in Anspruch.

„So kann es nicht weiter gehen." Diese Empfindung beseelte uns alle, als der Buschmannführer an einer Vley hielt und erklärte, hier sei für lange Zeit das letzte Wasser. Zunächst wurde abgepackt, dann entschloß ich mich kurz mit ²Anu ²kai, einem Treiber und zwei leicht beladenen Eseln allein vorzugehen, um zunächst das Land und die Wasserplätze zu erforschen. Der Buschmannführer ging nur sehr ungern, der Treiber gleichfalls. War es doch bei dem regnerischen Wetter wirklich kein Genuß, aufs Geratewohl, ohne die bestimmte Aussicht Wasser zu finden, in die Kalahari hinein zu marschieren. Wir brachen aber doch am Nachmittag auf. Der eine Esel trug zwei Wasserfäßchen, der andere unsere Bettdecken und Lebensmittel für einige Tage. So konnten wir 3—4 Tage bequem ohne Wasser aushalten.

Die Gemarkung ²Nossi gehört noch dem Gesteinsfeld der Kwebeberge an. Quarzporphyr und Totingdiabas treten wiederholt zutage. Die östlichste Sandpfanne, an der Mr. Clarke mit dem Gros der Karawane zurückblieb, gehört eigentlich bereits dem Sandfeld an.

Der Marsch ging anfangs in östlicher, dann in südöstlicher Richtung immer über hellen, leicht rötlichen Sand mit sanft gewellter Oberfläche hin. Lichter bis dichter Busch bedeckte alles. Mochonono und Mohata, die beiden typischsten Kalaharisträucher, herrschten vor, daneben waren Moschäschä, Mocholiri, Mokabi, Motsautsa, von Akazien aber Sitsi, Mochailechaile, auch Mochotobüsche häufig zu finden. Gras war trotz der Regenzeit nur spärlich, dagegen bedeckten viel blühende Kräuter und Zwiebelgewächse den Boden. Auffallend war auch vor allem eine gelb blühende Bauhinia, die sich radialstrahlig mit langen dünnen Zweigen über die Sandfläche rankt. Es ist dieses die Bauhinia Burkei, die ²Kabba der Buschmänner, deren gewaltige Knollen im Chausefeld die Gesteine sprengen, hier im Sande dagegen nicht sichtbar waren. Stellenweise war der Boden in Niederungen eben, der Sand grau und enthielt dann kleine bis erbsengroße Kalkbrocken. Der Graswuchs war an solchen Stellen üppiger, der Busch

aber lichter und niedriger. Auch gedeihen hier die granblätterigen Vaalbüsche, ausgesprochene Kalkpflanzen.

Viel mehr als diese grasigen Flächen kalkreichen Bodens fielen aber die Waldstreifen auf. Inselgruppen oder lange Streifen von dunkelgrünem hohem Buschwald durchziehen nämlich den niedrigen strauchförmigen Busch. Die breitästigen dunkelgrünen Mochailechaile-Akazien sind vorherrschend, daneben tritt Mossü, Mangana und in selteneren Fällen Motsiara auf. Diese Waldstreifen liegen häufig in den flachen Niederungen des leicht gewellten Sandfeldes, oft aber auch gerade auf den Höhen.

Solche Elemente setzen das landschaftliche Bild der Sandsteppe zusammen, fortwährend wechselnd und doch immer gleich bleibend. Den ganzen Nachmittag zogen wir durch diese einförmige Buschsteppe, in der nur die blauen zackigen Kwebeberge dem Auge einen Ruhepunkt gewährten. In voller Dunkelheit erreichten wir schließlich ein Buschmannlager, das der Horde ²Anu²kais angehörte. Bald saßen wir alle um ein Feuer herum und kochten unsern Kaffee, während die Honoratioren des Lagers schweigend herumhockten. In ihrer rabenschwarzen Silhouette war wenig mehr erkennbar als der vom Feuerschein grell beleuchtete, ballenartig aufgetriebene, runzlige Bauch.

Ich muß es mir an dieser Stelle versagen, solche Horden und ihr Zigeunerleben in der einsamen Steppe, fern von allem Wasser, zu schildern. Das soll einem besonderen Abschnitt überlassen bleiben.

Am folgenden Morgen (15. Februar) ging es mit Sonnenaufgang durch die einförmige Buschsteppe weiter. Um $^1/_2$11 Uhr hielten wir unter einem schattigen Mohatabaum und verbrachten daselbst einige Stunden der heißen Zeit. Von $^1/_2$4 bis nach Sonnenuntergang währte der zweite Marsch, dessen Eintönigkeit durch zwei Ereignisse unterbrochen wurde. Einmal stießen wir auf eine Herde Giraffen, die mit eigentümlichen schwankenden Bewegungen an uns vorbei trabten. Gleich darauf ging ein Gewitter nieder. Der Regen kam aus einer einzelnen Wolke, die rasch am Himmel entlang zog. Solche strichförmige Regen sind für diese Steppen sehr charakteristisch. Die letzten Tropfen fielen noch, als plötzlich ein Steinbock an uns vorbei flog, verfolgt von einem Rudel laut bellender Hyänenhunde. ²Anu²kai lief wie ein Rasender hinter der Meute drein, allein er kam zu spät. Etwa dreihundert Meter von uns entfernt hatten die Hunde das Böckchen zerrissen, und unser Buschmann fand nur noch einen fleischlosen Lauf; um den erhofften Braten war er gekommen. Wie es möglich war, daß die Hunde das pfeilschnell dahinschießende Tier, von dem sie mindestens noch 50—60 m entfernt waren, so schnell einholen konnten, ist mir unverständlich. Ich möchte glauben, daß die Angst auf das gehetzte Tier lähmend gewirkt habe und es plötzlich niedergefallen ist.

Von dieser Stelle, wo wir den Hyänenhunden begegneten, erblickten wir zum ersten Mal die drei Hainakoppjes in einer Entfernung von ca. 10 km. Mit dem Einbruch der Dunkelheit lagerten wir.

Der 16. Februar brachte uns nach kurzem Marsch über eine weite Grasfläche mit grauem Sande zu dem östlichsten der Hügel. In Spalten und Vertiefungen des Gesteins fanden wir hier reichlich Wasser, das von einem der gestrigen Gewitterregen stammte. Wir sattelten also ab, um den Tag über hier zu bleiben und die Hügel zu erforschen.

Die Hainahügel.

Die drei Hainakoppjes bestehen aus typischer roter Chansegrauwacke mit dünnen Lagen von Eisenglanzschüppchen, die eine schöne diagonale Schichtung zum Ausdruck bringen (G.L. Nr. 265a). Es sind meist dickbankige Massen, die nach 53° streichen und mit ∢ 70° nach S. einfallen. Sie haben eine Höhe von ca. 25 m. Der mittlere und östliche Hügel liegen nahe nebeneinander und stehen auf einem

gemeinsamen Gesteinssockel, der westliche dagegen erhebt sich ganz isoliert aus dem ebenen Sandfeld, ca. 4.5 km von den anderen entfernt. An diesem dritten Hügel fand sich noch in den achtziger Jahren, als die Trekburen die Gegend durchzogen, eine Quelle, die aber seitdem versiegt ist. Jetzt ist kein ausdauerndes Wasser mehr zu finden. Die Hügel sind mit hohen Bäumen bestanden, gleich den Kwebebergen.

Am Nachmittag hatten wir wieder Gewitter und etwas Regen. Außerordentlich stimmungsvoll war der farbenreiche Sonnenuntergang, den ich vom Gipfel des östlichsten Hügels genoß. Zu Füßen das endlose, leuchtend grüne Buschmeer, abgeschlossen von den duftigen bläulichen Ketten der Kwebeberge und Makabana, am Gewitterhimmel aber die rot- und gelbglühenden Wolkenmassen — es war eine grandiose Fernsicht.

Abbildung 4. Eine Vley — Sandpfanne — im Betschuanenland. Die Pfütze wird von dem flach einfallenden, vegetationslosen Sandring umgeben, auf den der Buschwald folgt. Der Busch rechts vom Reiter ist unverkennbar ein Mochaln — Zizyphus mucronata — die anderen Sträucher bestehen meist aus Mochailiri — Commiphora sp. — und Mokabl — Combretum herreroense.

Am folgenden Morgen sollten wir die ersten Pfannen des Hainafeldes finden. Wir brachen früh auf, zogen über roten Sand durch dichten, aber niedrigen Busch nach Süden hin. Um halb zehn stießen wir auf ein Buschmannsweib, das zu ²Anu²kais Stamm gehörte und uns eine Pfanne zeigte, die einige Minuten abseits lag und Wasser enthielt. Natürlich sattelten wir ab und blieben hier während der Mittagszeit. Bereits um drei Uhr zogen wir weiter. Nach einer halben Stunde passierten wir eine kleine Pfanne mit Granwackenboden. Das Kluftstreichen ging nach 50°. Die Sanddecke über dem Gestein war anscheinend sehr wenig mächtig. Wenige Minuten später standen wir an der großen Pfanne Chálu Chálu.

Die Pfanne von Chalu Chalu ist eine rundliche Vertiefung von ca. 60 m Durchmesser und 2 m Tiefe. Sie liegt in einer mit Gras und Kräutern bedeckten

Sandfläche. Am Rande der Vertiefung stehen aber hohe Moga-Akazien. Innerhalb der Pfanne folgt dann zunächst ein Ring aus hellem Sand, auf dem wenig oder keine Vegetation wächst, in der Mitte liegt aber ein schwärzlicher Schlammboden, der wesentlich aus verwesenden Pflanzenresten nebst humosem Sand und Ton besteht. Auf ihm wachsen Gräser und Kräuter.

Innerhalb der Pfanne findet sich nun ein Tümpel, der je nach der Stärke der Regen die Vertiefung ganz oder teilweise ausfüllt. Bei unserm ersten Besuch war der Teich in Chalu Chalu nur klein, das Wasser daher auch etwas schlammig; zahlreiche Wasserpflanzen, Algen und Wassertiere waren zu finden.

Wir zogen an Chalu Chalu ohne zu halten vorüber. Der Weg lief in einer Senkung entlang. Zahlreiche kleine Sandpfannen wurden passiert, auf deren Boden stets Sandring und Schlammkalotte typisch ausgebildet waren (Blatt 20, Fig. 17). Sie waren aber alle leer, und auf dem Schlammboden wucherten üppig Gräser und Kräuter. Hoher Buschwald aus Mossu, Moloto, Mangana, Mochailechaile, Moga, Motsiara, Mochale bedeckten das wellige Land. Dieser Buschwald war ein typischer „V l e y b u s c h“, wie wir ihn im Übergangsgebiet vom Uferwald des Botletlo zur Steppe kennen gelernt hatten. Auch hellgrauer kalkhaltiger Sandboden kommt vor, der dann sofort die weißblätterigen Vaalbüsche trägt. Mit Sonnenuntergang machten wir Halt und übernachteten mitten im Busch. Während der Nacht durchnäßte uns ein tüchtiger Regen, so daß wir am 18. Februar erst gegen 9 Uhr morgens fortkamen; denn wir hatten unsere Sachen zu trocknen. Nach 1¼ Stunden erreichten wir die große Pfanne ²N u k a ²K a l l a (D u a g ó r a der Kaffern).

²Nuka ²Kalla ist die schönste Pfanne des Hainafeldes, die ich kennen gelernt habe. Sie ist kreisrund, 100 m breit, mindestens 5 m tief und wird von hohem, üppigem Buschwald umrahmt. Jetzt während der Regenzeit war das Gras sehr hoch, der Teich sehr voll und gewährte ein anmutiges erfrischendes Bild.

Unser Buschmann erklärte jetzt auf das bestimmteste, seine Kenntnis des Landes endige hier. Das Feld jenseits ²Nuka ²Kalla gehöre den Tserekwe und sei seinem Volk — den ²Kabbakwe — verschlossen. So kehrte ich denn um. Weit hätte ich sowieso nicht vordringen können; denn unsere Vorräte waren fast aufgezehrt. Die Aufgabe des Vorstoßes war ja auch gelöst. Wir hatten Wasserplätze gefunden, die uns für eine weitere Erforschung des Hainafeldes als Basis dienen konnten. Die folgende Nacht brachten wir nochmals an den Koppjes zu. Am 19. Februar machten wir zwei lange Märsche, so daß wir am 20. mittags die Vley erreichten, wo wir Mr. Clarke zurückgelassen hatten.

Das erste, was wir sahen, war, daß die Pfanne fast trocken war. In den wenigen Tagen unserer Abwesenheit hatte es hier nicht nur nicht geregnet, sondern das Wasser der Vley hatte derartig abgenommen, daß Clarke genötigt war, sein Trinkwasser von Kwebe kommen zu lassen. Zunächst traf ich Vorbereitungen, um von neuem ins Hainafeld vorzudringen, allein die Abreise wurde durch Erkrankung Clarkes und des Treibers Andres an Fieber anfangs verzögert. An dem Morgen aber, an dem wir schließlich aufbrechen sollten, war unser Buschmann, der biedere „Hornochse“, verduftet und damit die Expedition des notwendigen Führers beraubt. So mußte ich denn zum zweiten Mal den Versuch aufgeben, das Hainafeld zu durchqueren.

Nun wurden mit dem Batauanahäuptling Ssekumi Unterhandlungen angeknüpft, uns Führer durchs Hainafeld zu geben. Ssekumi stellte tatsächlich solche, und zwar den Lehnsherrn der Hainabuschmänner, der mit einigen Massarwa im Lager erschien. Dieses Mal bestand die Expedition außer mir aus Mr. Clarke, einem Treiber David, meinem Boy Jack und 5 Führern. Als Packtiere hatten wir einen Packochsen, 4 Esel, sowie ein Reitpferd. Am 11. März brachen wir auf, am 13. erreichten wir Chalu Chalu, und zwar auf einem mehr westlich gelegenen Pfad, der von der Kwebequelle am westlichsten Hainakoppje vorbei nach

Chalu Chalu führt. Das Land ist ein welliges Sandfeld mit meist rötlichem Sand, lichtem bis dichtem Busch und vereinzelten Partien hohen Buschwalds. Etwa 6—7 km nördlich der Koppjes beginnt auch hier die offene Grasebene, die der ganzen Nordseite der Hügel vorgelagert ist. Südlich derselben tritt aber sofort dichter Busch auf, und der Sand steigt auf der Südseite der Berge fast bis zu deren Gipfel an.

Chalu Chalu hatte im März ganz erheblich viel mehr Wasser als im Februar, dagegen war in ²Nuka ²Kalla anscheinend kein Regen mehr gefallen, denn der Wasserstand war sehr niedrig, und man konnte daher deutlich die große Tiefe der Pfanne erkennen.

Wir blieben dort am Vormittag des 14. März. Unglücklicherweise erkundigte ich mich hier bei den Führern nach dem Weg nach Ssebitnanes Drift. Sie stutzten, erklärten, sie hätten nur den Auftrag uns das Hainafeld zu zeigen und steckten dann beratend die Köpfe zusammen. Das Resultat war, daß sie uns am Nachmittag statt nach S.O., nach N.O. und schließlich nach N.W. führten. Als ich sie deswegen zur Rede stellte, verdrehten sie anfangs absichtlich die Himmelsrichtungen und erklärten schließlich, den Weg verloren zu haben. Es war klar, sie wollten uns nicht weiter führen. So ließ ich denn zunächst absatteln. Während der Nacht und des nächsten Morgen regnete es stark. Als sich die Führer noch immer nicht bereit zeigten, uns weiterhin das Hainafeld zu zeigen, gingen wir ohne sie in östlicher Richtung dem Kompaß folgend vor. Die Buschmänner sahen sich zuerst verdutzt an, dann verschwanden sie.

Anfangs war der Marsch schaudorhaft; denn wir zogen durch dichten Busch im Regen hin. Clarke ging mit dem Kompaß voraus, David führte den Packochsen, Jack trieb die Esel, und ich führte als letzter das Pferd, das ebenfalls bepackt worden war. Nach ca. dreistündigem Marsch öffnete sich plötzlich der Busch, und vor uns lag eine weite, weite Grasebene, die wir jubelnd begrüßten.

Bis hierher war das Land wellig, um nicht zu sagen hügelig gewesen. Die Höhen bestehen aus rotem, die Senkungen dagegen, die oft Talform haben, aus granem Sand. Gras und lichter Busch bedeckt diese, hoher Buschwald jene. Die Gehänge der Hügel steigen flach an, ihre Höhe war daher schwer zu schätzen, doch dürften Niveaudifferenzen bis zu 20 m nicht selten sein. In den Senkungen lagen zahlreiche Sandpfannen von der beschriebenen Art, die z. T. Wasser enthielten, wie z. B. das Mochobi oa Mohata (Mohatavley), Mochobi Racho Mokude und Mochobi oa Toalo (Kudnvley). So waren wir denn am Nachmittag des 14. März über bewaldete Höhenrücken und durch grasige Täler dahingegangen, und gleichartig war auch die Landschaft bis zum Erreichen der Grasebenen. Die Grenze zwischen dem waldigen hügeligen Lande und der Grasfläche verläuft ungefähr in der Richtung von S.W. nach N.O.

Mit dem Erreichen der Grasebenen ging es in schnellerem Tempo vorwärts. Diese Ebenen sind nur ganz leicht gewellt, Bäume und Stränchor fehlen nicht völlig, sind jedoch spärlich und niedrig. Der Boden ist grauer Sand, der zuweilen Kalkbrocken enthält, und zwar aus mürbem, zerreiblichem Kalksandstein, der dem Kalaharikalk am Botletle völlig gleicht und auch die gewundenen Sandröhren aufweist. In den Senkungen findet sich auch lokal ein schwärzlicher humoser Sand mit kleinen Kalkknollen.

Nach dreistündigem Marsch durch die Grasfläche passierten wir einen nur 150—200 m breiten, aber lang hingezogenen Streifen niedrigen Busches aus Sitsi-Gestrüpp und Mangana. Die Enden dieses schmalen Streifens waren nicht sichtbar; seine Streichrichtung war aber parallel der Grenzlinie zwischen Grasland und Hügelland, sowie dem Streichen der Chanseschichten bei Chalu Chalu, nämlich S.W.—N.O. (ca. 50°).

Auf der Ostseite dieses Streifens schlugen wir das Lager auf.

Am 16. März früh war Monsieur Jack, der sich schon gestern als großer

Angstmeier gezeigt hatte, verschwunden. Gleichsam als Ersatz für diesen Verlust war David fieberkrank geworden. Indes wir mußten weiter und begannen zu packen. Erst um 9 Uhr kamen wir fort. Clarke führte den Ochsen, David wurde auf das bepackte Pferd gesetzt, und ich trieb die vier Esel. $6^3/_4$ Stunden zogen wir so in langsamem Tempo durch die weite Ebene hin. Grauer Sand, zuweilen mit Kalkbrocken oder schwärzlicher humoser Sand mit kleinen Kalkknollen, Grasflächen, die hier und da mit niedrigen Mohata- und Sitsibüschen bestanden waren — nichts weiteres sahen wir an diesem Tage. Außer zahlreichen Trappen — Koranen —, die mit lautem Krächzen auffuhren, sowie einmal einer Herde von Gemsböcken belebte nichts diese endlosen öden Ebenen. Abends waren rund herum Gewitter zu beobachten, nachts hatten wir einen heftigen Regen, der für die durstigen Tiere sehr erquickend war.

Am 17. März marschierten wir bis 12 Uhr durch dasselbe Grasland, dann aber betraten wir ein Gebiet hohen Buschwaldes, der dem Uferwald am Botletle durchaus ähnelte. Gewaltige Giraffenakazien (Mochoto) breiten ihre schirmförmigen Kronen aus, üppig wucherte am Boden das herrlichste Gras, und die hungrigen Tiere waren kaum vorwärts zu bringen. Sandpfannen ohne Wasser und verfallene alte Flußbetten wurden wiederholt gekreuzt. Wir marschierten heute im ganzen 9 Stunden und machten schließlich im Walde Halt. Obwohl wir uns anscheinend im Uferwald des Botletle befanden, war von einer Annäherung an den Fluß doch nichts zu sehen.

18. März. Da wir fürchteten, etwas zu weit südlich gekommen zu sein, so waren wir schon gestern zuletzt nach N.O. abgebogen und folgten auch heute dieser Richtung. $1^1/_2$ Stunden gings durch denselben Wald weiter. Mehrere N.—S. streichende alte Flußbetten wurden gekreuzt, aber den Botletle erreichten wir nicht. Schließlich stieg Clarke auf einen hohen Kameldornbaum und plötzlich erscholl von oben sein Jubelgeheul: „The flats of Rakops". Die weiten Grasflächen, die bei Ssebituanes Drift den Botletle umgeben, lagen vor uns.

Nach einer halben Stunde betraten wir wirklich die weite Grasfläche mit grauem, kalkreichem Boden. Aber noch fast 13 km hatten wir zu marschieren, bis wir den fernen Waldstreif erreichten, der der Uferwald des Botletle sein mußte. Dicht an demselben stießen wir auf einen Fahrweg. Wir wußten zunächst nicht, wo wir uns befanden, ob nördlich oder südlich Ssebituanes Drift. Deshalb folgten wir dem Weg nach Norden hin. Bald erkannten wir aber den Lagerplatz Ssukwani und sattelten ab. Damit war zunächst die Hauptaufgabe, nach Ssebituanes Drift durchzugehen, gelöst.

Leider hatten wir vom Hainafeld nicht viel mehr gesehen, als auf der ersten Rekognoszierungstour. Unzweifelhaft liegen noch viele Pfannen südlich und südöstlich von ²Nuka²Kalla. Denn der alte Wagenweg der Buren muß in jener Richtung gegangen sein. Immerhin war der Durchbruch gelungen.

Den Rückweg schlugen wir nicht wieder durchs Hainafeld ein. Ich hatte den Eindruck, daß auf die letzten Regen, die uns so außerordentlich geholfen hatten, eine Periode der Trockenheit folgen würde. Das geschah auch wirklich. Deshalb zog ich es vor, am Fluß entlang zum Letter tree zu ziehen und von dort nach Matabele Drift durchzuschneiden, sodann aber eventuell von Makala Mabäle direkt nach Kwebe vorzugehen. Leider wurde aus diesen Plänen nichts. Clarke erkrankte am Fieber und hatte bis zum Erreichen von Kwebe täglich Anfälle, David ebenfalls in der ersten Zeit. Als das Fieber bei ihm nachließ, bekam er einen Zahnabszeß, der ihn sehr mitnahm. Mehrere Tage und Nächte lang hat der arme Kerl tatsächlich unaufhörlich gestöhnt, bis er so heiser war, daß er keinen Ton mehr von sich geben konnte. Erst vor Komaning ging die Eiterbeule auf. Ich selbst erkrankte gleichfalls zwischen Chassebakis Stadt und dem Letter tree, und zwar an Dysenterie. Unsere Lage war nicht unbedenklich. Wenn wir alle drei krank und arbeitsunfähig wurden, war eine völlige Auflösung

der Expedition drohend. Einer mußte doch wenigstens kochen und backen, die Tiere bepacken und vor allem hüten. Denn sie verliefen sich schnell, und namentlich den Eseln mußten wir mehrmals stundenlang nachspüren, bis wir sie einholten. Glücklicherweise hatte ich ca. 12 Gramm eines Ipekakuanhapräparats, aus dem der Erbrechen erregende Stoff entfernt worden war. Mit diesem Präparat soll man in Indien sehr gute Erfolge erzielt haben. So nahm ich denn die ganzen 12 Gramm auf einmal und hatte mit dieser Gewaltkur auch Glück. Blutung und Schleimabsonderung standen sofort und ohne schlimme Folgen konnte ich die einzige uns zur Verfügung stehende Nahrung, Brot und Kaffee, vertragen. Unsere Lage wäre in der Tat sehr unangenehm geworden; denn David und Clarke waren gerade in jenen Tagen so krank, daß sie kaum vorwärts zu bringen waren und nach jedem Marsch gewöhnlich, der eine nach links, der andere nach rechts, umfielen, obwohl Clarke stets ritt. Wir gelangten aber schließlich doch nach anstrengenden Märschen in elf üblen Tagen nach Sambus Stadt (31. März), von wo ich den kranken Clarke in einem Wagen aus Kwebe abholen ließ, während ich selbst dorthin vorausritt. So endete diese ziemlich romantische Tour.

Der Fahrweg durchs Hainafeld.

Ich selbst habe das Hainafeld nicht wieder gesehen. Wohl aber wurde von seiten der Kompagnie im Jahre 1898 ein Weg direkt von der Kwebequelle nach Chalu Chalu durchgehauen und von dort nach Ssebituanes Drift, ohne ²Nuka ²Kalla zu berühren. Franz Müller, der auf diesem Weg nach Ssebituanes Drift reiste, kehrte auf einer etwas abweichenden Route wieder zurück. Er ging nämlich von Rakopes Dorf westlich das Tal des Epukiro aufwärts, dann nach Nordwesten abbiegend zu den Pfannen des Hainafeldes. Im einzelnen läßt sich der Verlauf der Route nicht mehr feststellen; sicher ist nur, daß Müller in Chalu Chalu war, aber die Pfanne ²Nuka ²Kalla anscheinend nicht berührt hat. Auf jeden Fall hat dieser Weg gezeigt, daß der Epukiro mit breitem, offenem Bett in die Ebenen bei Rakopes Dorf mündet. Umsomehr bedaure ich, daß uns die Buschmänner so schnöde im Stich ließen und wir vom Hainafeld so wenig gesehen und vor allem nicht bis zu dem großen Fluß vordringen konnten.

Wiederholt wurden innerhalb des Graslandes von Müller und anderen Mitgliedern der Expedition sogenannte Brackpans angetroffen. Wir werden diese Pfannen noch genauer kennen lernen. Hier sei nur bemerkt, daß es rundliche, oft etwas eingesenkte Flächen aus mürbem Kalksandstein sind, meist salzhaltig und deshalb beliebte Salzlecken des Wildes. Geologisch sind sie als Stellen aufzufassen, die von Kalaharisand freigeblieben sind, wo also der Untergrund — der Kalaharikalk — zutage tritt. Diese Pfannen beweisen, daß der Kalaharikalk allenthalben den Untergrund des Graslandes zwischen dem Hainafeld und dem Botletle bildet.

Während des Ausholzens des Weges hat der Prospektor Lewis auf Anordnung Captain Lugards im März 1898 Bohrungen vorgenommen, um eventuell in der Tiefe Wasser zu finden. War das Resultat auch ein negatives, so sind die Bohrungen doch für die Erkenntnis der Beschaffenheit des Untergrundes und der Sandpfannen, sowie der Tiefe des Sandes von größtem Interesse. Wir werden auf diese Bohrungen noch zurück kommen.

Das Epukiretal.

Interessante Nachrichten zog ich im Oktober 1898 von Mr. Tom Fry ein, einem Händler, der oft das Hainafeld besucht hat. Nach ihm liegt die erste Vley auf dem Wege nach dem Hainafeld — Manú — ca. 13—14 miles westlich von Rakopes Dorf. 60 miles jenseits Manú in südwestlicher Richtung läge der Platz Inku mabäle (Zwei Nasen). Dort seien viele Vleys zwischen Gras und Buschland. Ginge man die Laagte von Rakopes Dorf aufwärts, so würde dieselbe,

50 miles von diesem Dorf entfernt, ca. 200 Yards breit und habe weithin hohe Kalkufer, ähnlich dem Botletle. An einem Platz, den die Kaffern Massali mahule — Alte Weiber — nennen, seien die Kalkbänke besonders schön ausgebildet. Südlich dieser Laagte käme ein ausgedehntes Sandfeld ohne Vleys, dessen Grenzen er nie überschritten habe.

Überblick über das Gebiet zwischen Kwobe und Ssebituanes Drift.

Das Gebiet zwischen den Kwebebergen und dem Makarrikarribecken kann man in vier Zonen teilen, die sich in W—O-Richtung folgen.

1) Das Sandfeld zwischen den Kwebebergen und den Hainakoppjes.
2) Das eigentliche Hainafeld von den Koppjes bis zur Ostgrenze des Hügellandes.
3) Das Grasland.
4) Die Zone der trockenen Flußläufe.

Es folgt dann die grasige Kalkebene, mit der man das Makarrikarribecken beginnen lassen kann. Betrachten wir die einzelnen Gebiete näher.

1) Das Sandfeld bis zu den Koppjes ist wenig gewellt, aber doch keine so horizontale Fläche, wie das Grasfeld im Osten. Parallele Sandwellen fehlen durchaus, vielmehr sind die Erhebungen und Niederungen regellos. Der Sand ist rötlich, fest und mit dünner weißer Sandhaut bedeckt. Lokal findet man Ebenen mit grauem Sand, der häufig Kalkknollen von Erbsengröße enthält. Dieser Kalk ähnelt dem mürben Kalksandstein des Botletle. Die größte derartige Ebene liegt am Nordfuß der Koppjes. Sie ist dort ca. 8 km breit. Die Mächtigkeit des roten Sandes ist nicht bekannt. Allein sie dürfte nirgends bedeutend sein, d. h. 5 m wenig übersteigen. Denn der Busch, der das Feld bedeckt, ist kein typischer Kalaharibusch, sondern mehr für den Decksand charakteristisch. So kommen Sträucher, wie Moschäschä, Mokabi, Mocholiri, Motsantsa, Motsiara, ferner die ²Kabba im tiefen Kalaharisand nicht vor. Immerhin ist er doch so tief, daß sich Gesteinsbrocken nicht an der Oberfläche finden.

2) Das Hainafeld, das nun nach Osten hin folgt, ist ein unregelmäßig welliges, um nicht zu sagen hügeliges Land. Die Wellen und Rücken haben anscheinend einen unregelmäßigen Verlauf und werden durch breite muldenförmige Täler getrennt. Die Höhen sind mit rötlichem, die Niederungen mit grauem bis weißem Sand bedeckt. Die Niveaudifferenzen zwischen Sandrücken und Talboden betragen wohl mindestens 20 m, allein Schätzungen sind bei so flach ansteigenden Böschungen sehr unsicher.

Das Grundgestein ist an zwei Stellen aufgeschlossen, einmal an den drei Koppjes, sodann in der kleinen Nebenpfanne von Chalu Chalu. In beiden Fällen ist es typische Chausegrauwacke. Das Streichen ist an den Bergen 53°, ∢70° S., in der Pfanne dagegen 50°. Die Bohrungen von Lewis haben aber auch gezeigt, daß zwischen Chalu Chalu und den Koppjes und um Chalu Chalu herum überall dasselbe Gestein sich findet.

Diese Befunde machen es wahrscheinlich, daß das Hainafeld ein hügeliges, mit Sand bedecktes Grauwackenland ist, gleich dem Ngamirumpf.

Die Tiefe des Sandes ist in der Gegend von Chalu Chalu nicht bedeutend. Die Bohrlöcher um diese Pfanne zeigten eine Tiefe von 27 Fuß an der Pfanne und von 5—8 Fuß in einigen hundert Metern Abstand. Auf die genaueren Verhältnisse komme ich noch zurück. Ferner wurden zwischen Chalu Chalu und den Koppjes in einer S.W.—N.O. streichenden Senkung 7 Bohrlöcher angelegt. Dieselben hatten untereinander einen Abstand von je 100 Yards. Der Sand war durchweg rötlichgrau, und seine Mächtigkeit schwankte zwischen 4 und 9 Fuß. Die Senkung war ca. 8 Fuß tief. Selbst wenn man also annimmt, daß die Höhen lediglich aus Sand beständen, so wäre der Sand doch nur 12—17 Fuß mächtig.

Diese geringe Mächtigkeit des Sandes ist eine neue Stütze für die Ansicht, daß das Hainafeld ein von Sand bedecktes hügeliges Grauwackenland ist.

Wesentlich mächtiger ist der Sand auf der Ostseite des hügeligen Landes. In zwei Pfannen, die nördlich unserer Route und 2.5 km westlich der Waldgrenze liegen müssen, fand der Prospektor Lewis in zwei Bohrlöchern folgende Verhältnisse.

1) Bohrloch an kleiner Sandpfanne: durchweg weißer Sand, 44 F. Boden harter Fels.

2) Bohrloch in kleiner Sandpfanne, einige hundert Meter südlicher: weißer Sand, bei 50. F. noch kein Boden.

Den Sand nannte er „white riversand“, es ist mir aber doch zweifelhaft, ob er nicht in den unteren Partien weißer Kalksand war. In dem Grus des Bohrapparats war der Kalk wohl zu übersehen.

Die Vleys.

Die Bedeutung des Hainafeldes für die Menschen und die Tierwelt beruht auf dem Auftreten von Sandpfannen — Vleys —, die während der Regenzeit Wasser führen und so eine periodische Bewohnbarkeit des Landes ermöglichen. Ihre morphologischen Eigentümlichkeiten wurden bereits hervorgehoben (Blatt 20, Fig. 17). Es sind rundliche bis ovale, bis 100 m breite und bis 5 m tiefe Schüsseln, die in den Sand eingesenkt sind. Innerhalb der Pfanne hat man den Sandring und den Schlammboden zu unterscheiden.

Für die Erkenntnis des inneren Baues dieser Pfannen haben nun die Bohrungen bei Chalu Chalu sehr wichtige Aufschlüsse gegeben. Chalu Chalu (Blatt 20, Fig. 18) liegt in einer flachen Senkung. Im Norden und Süden finden sich flache Höhen. Grauwacke steht sowohl nordwestlich als nördlich der Pfanne an, auch die südliche Höhe birgt wohl dasselbe Gestein. Es wurden nun an der Pfanne ein Loch, westlich derselben 2, östlich 4 Löcher angelegt. Alle Bohrlöcher lagen auf einer Linie mit folgendem Abstand und folgender Tiefe:

400 Yards westlich von der Pfanne	— Grauer Sand	5 F.
300 „ „ „ „	— Grauer Sand	5 F.
An der Pfanne	— Grauer Sand	20 F.
	Kalkig-toniger Sand bis kalkiger Ton	7.5 F.
	Summa	27.5 F.
300 Yards östlich der Pfanne	— Grauer Sand	12 F.
400 „ „ „ „	— Grauer Sand	6 F.
500 „ „ „ „	— Grauer Sand	8 F.
600 „ „ „ „	— Grauer Sand	6 F.

Unten liegt überall Grauwacke.

Die Bohrungen ergeben also, daß die Pfanne über einer Vertiefung des Grundgesteins liegt, die 21.5 F. beträgt, wenn man eine durchschnittliche Tiefe des Sandes von 6 F. in der Umgebung der Pfanne annimmt. Diese Vertiefung ist allseitig umschlossen; sicher im Osten, Norden und Westen, wahrscheinlich aber auch im Süden. Ausgefüllt wurde sie anfangs von einem „kalkig-tonigen Sand“ bis „kalkigen Ton“, dann von grauem Sand, gleich dem der Umgebung. Der „kalkige Ton“ ist wahrscheinlich Kalktuff, ähnlich dem liegendsten Kalaharisand bei Meno a kwena oder dem sandigen Kalktuff in der Bucht von Toting und der Massarinyani Vley. Jedenfalls kann man von der Pfanne von Chalu Chalu sagen, daß sie über einer unvollständig ausgefüllten rundlichen Vertiefung des Grundgesteins liegt.

3) Das Grasland bildet im Gegensatz zum hügeligen Land eine wirkliche Ebene, wenn sehr flache Terrainwellen auch hier nicht ganz fehlen. Der Sand ist hellgrau. Rote Sande treten ganz zurück. Nahe dem Waldrand auf der Westseite ist der Sand ziemlich mächtig, wie die Bohrlöcher zeigen, die Lewis angelegt hat.

In den mittleren Teilen des Grasfeldes scheint er aber nur flach zu sein; dafür spricht das Auftreten der Knollen mürben Kalksandsteins und vor allem von „Brackpans". Bemerkenswert ist ferner das Auftreten schwärzlichen sandiglehmigen Bodens in einigen flachen Niederungen. Er ähnelt den schwärzlichen Schlammböden im Gebiet des Okavangosystems. Die in ihm liegenden Kalkknollen dürften lokale Ausscheidungen sein, wie man sie in tropischen Humusböden nicht selten findet.

Das Gras — eine Aristida-Art — ist durchweg niedrig, höchstens 25—30 cm hoch und bildet krause rundliche Köpfe, nicht aber lange Halme. Vereinzelte Mohatabüsche sind nicht selten, daneben auch Mochouono und Sitsi. Lokal finden sich Flächen mit etwas rötlichem Sand, der flache Erhöhungen bildet und einen lichten niedrigen Busch trägt. Melonen, sowohl die gelbe Stachelmelone Makapana (Citrullus Naudinianus), als die glatten grünen Mokate (C. caffer), waren häufig. Merkwürdig war der lange, nur ca. 200 m breite Buschstreif aus Sitsi und Mangana, an dem wir die erste Nacht im Grasland zubrachten. Der Streif stand auf keiner Terrainmarke, aber unwillkürlich mußte man sich fragen, ob nicht eine besondere Beschaffenheit des Bodens, z. B. ein nahe an die Oberfläche kommender Gesteinswall die Ursache dieses Buschstreifs sei. Denn das Streichen desselben fällt in die Richtung des Gebirgsstreichens (S.W.—N.O.).

4) Das Grasland endigt in der Weise, daß anfangs eine Zone niedrigen Akazienbusches — Sitsi — beginnt, auf den plötzlich ein hoher Wald folgt, der durchaus dem Uferwald des Botletle gleicht. Die Kameldornbäume dominieren hier, wie dort. Der Sand ist noch grau, aber wird auch leicht rötlich. Sandpfannen sind nicht selten, und vor allem sind trockene Flußtäler von 20—30 m Breite und einigen Metern Tiefe auffallend. Sie haben durchweg einen nord-südlichen Verlauf. Im Osten endet diese Waldzone ganz plötzlich, um dann einer Grasfläche Platz zu machen, die dem westlichen Grasland ähnelt. Nur ist der Boden noch ebener und der Sand weit kalkreicher.

Folgerungen.

Die Platte von Kalaharikalk, die sich vom Botletle aus nach Westen hinzieht und den Boden der Grasflächen bei Ssebituanes Drift bildet, setzt sich nach Westen hin fort und bildet auch den Untergrund des grauen Sandes im Grasland. Lokal kommt dort der mürbe Kalksandstein in Knollen zum Vorschein und in ausgedehnten Flächen, den sog. Brackpans. Deshalb findet man auch am Epukiro, 50 miles von Rakopos Dorf entfernt und wohl noch weit darüber hinaus, Kalkwände am Ufer, gleich denen des Botletle. Die Sande aber, die die vierte Zone zusammensetzen, sind lediglich Flußsande, wie am Botletle. Das Vorkommen der zahlreichen toten Flußarme spricht deutlich für eine solche Entstehung. Diese Flußarme gehören aber anscheinend dem Unterlauf des Letyahau oder Epukiro an. Denn dieser teilt sich nahe den Ebenen von Ssebituanes Drift in zahlreiche Arme, die man auf dem Fahrwege am Fluß passiert. Dagegen gehen vom Botletle oberhalb Ssebituanes Drift keine Flußbetten ab.

Die sandbedeckte Kalkfläche stößt nun im Westen an ein S.W.—N.O. streichendes Grauwackenland — Chanseschichten. Dasselbe ist wellig, wird von zahlreichen Vertiefungen durchsetzt und ist zum weitaus größten Teil von Sand bedeckt. Kalaharikalk scheint nur auf dem Boden von mehr oder weniger zahlreichen Vertiefungen zur Ablagerung gelangt zu sein. Die Verteilung des Sandes scheint dabei ähnlich der am Ngamirumpf zu sein, d. h. die Südostseite wird von mächtigen Sandmassen verhüllt, während derselbe auf der entgegengesetzten Seite spärlich ist. Daher die große Mächtigkeit — über 50 Fuß — auf der Ostseite des hügeligen Hainafeldes. Im Gegensatz dazu liegt nur eine dünne Sanddecke über Kalaharikalk auf der Grasfläche nordwestlich der drei Hügel, während die Südostseite auch hier von tiefem, rotem Sand begraben wird.

Das Gebiet zwischen dem Ngamirumpf und den Hainakoppjes ist keine absolute Ebene, aber auch nicht so wellig, wie das Hainafeld. Ebenen grauen Sandes, auch mit Kalkuntergrund, kommen vor, haben aber eine beschränkte Ausdehnung. Der Sand scheint nirgends sehr tief zu sein, denn der Buschwald ist mehr Decksand, als Kalaharibusch. Demnach scheint auch hier ein welliges Grauwackenland vorzuliegen, bedeckt von Sand, unter dem Kalaharikalk von unbekannter Ausdehnung und Mächtigkeit lagert. Eine solche Kalkfläche liegt, wie bereits erwähnt, unter der Grasebene nordwestlich der Hainakoppjes, während die S.O.-Seite der Hügel von tiefem Sand begraben wird.

An den Ngamirumpf schließt sich das Sandfeld, das wir soeben betrachtet haben, ohne Terrainmarken an und dürfte auch gleichmäßig nach Norden hin in die Flächen des Kalaharisandes am Botletle übergehen. Nach allen Erkundigungen jedenfalls erstreckt sich eine geschlossene Sandfläche bis zu diesem Fluß.

Aus den beobachteten Verhältnissen kann man keine sicheren Schlüsse auf die Entstehung der verschiedenen Formationen ziehen. Nur einige Punkte seien hervorgehoben.

Die Bohrungen bei Chalu Chalu zeigen, daß die Pfanne über einer Einsenkung des Grundgesteins liegt, die wahrscheinlich allseitig geschlossen ist und in der sich zuerst Kalk abgelagert hat. Sollten auch die andern Pfannen über ursprünglichen Kesseln des Grundgesteins liegen?

Der **Kalaharisand** ist im Bereich der zahlreichen Flußbetten, Niederungen und Pfannen mit Vleysand und Vleybusch wohl als Ablagerung der Flüsse aufzufassen, wie am Botletle. Dagegen spricht das Andrängen des Sandes gegen die Schwelle des Hainafeldes und gegen die drei Hainahügel für Windwirkung. Man gewinnt den Eindruck, daß das Hainafeld ein hügeliges Grauwackenland ist, das aus östlicher Richtung (N.O.—S.O.) von andrängendem Flugsand bedeckt worden ist, nachdem sich vorher freilich Kalkablagerungen lokal in Niederungen gebildet hatten.

So scheint denn der Kalaharisand teils Flußsand, teils Flugsand zu sein.

Kapitel XIV.

Das Chansefeld.*)

(Beobachtungen.)

Das Chansefeld ist eine Insel anstehenden Gesteins, die sich zwischen dem Epukiro und den Mabäle a pudi-Bergen hinzieht und eine langgestreckte Gestalt hat. Die Längsachse verläuft von S.W. nach N.O. und liegt zwischen dem 20° und 21° 50′ südl. Br. und dem 21° und 22° 15′ östl. L. Die Breite dürfte nirgends 40 km überschreiten.

Die Gesteinsinsel ist freilich keine geschlossene Masse, sie wird vielmehr durch einen Sandstreifen unterbrochen, der das Chansefeld zwischen Mankwe und Gautsirra durchschneidet. So kommen wir denn zu der Absonderung eines kleinen nördlichen Teils von einem großen südlichen. Dieser südliche Teil kann nun aber zweckmäßig noch einmal geteilt werden in einen südlichen und einen mittleren Teil. Ersterer ist eine geschlossene Gesteinsmasse mit verhältnismäßig unbedeutender Sanddecke, in letzterem dagegen dominiert der Sand so erheblich, daß er mehr aus einer Gruppe Gesteinseasen, denn aus einer zusammenhängenden Masse besteht. Die Umgebung von Gautsirra ist der Kern dieses mittleren Chansefeldes. Eine natürliche Abgrenzung gegen das südliche Chansefeld besteht nicht. Beide gehen ineinander über. ²Kchautsa liegt im Übergangsgebiet. Aus praktischen Gründen dürfte es aber zweckmäßig sein, die Grenze durch Chanse zu legen, denn einmal wechselt hier die Längsachse der Gesteinsinsel die Richtung, sodann endet hier aber das Gebiet des Buschmannstammes, der das mittlere Chansefeld beherrscht, nämlich der Tsaukwe.

I. Das nördliche Chansefeld.

Am 6. Mai 1897 betrat ich zum ersten Male das Chansefeld von den Mabäle a pudi-Bergen herkommend. Wir reisten damals nach Kuke, dann über Kubi nach Mankwe, wo wir am 10. Mai eintrafen.

Auf der Rückreise führte uns der Weg von Mankwe über Metsúmi und Tscho-in (17.—19. Juni).

Im Oktober 1897 reisten wir wieder über Kuke und Kubi nach Mankwe. Im August und September 1898 hielt ich mich mehrere Tage zuerst in Tscho-in, dann in Kubi und Kuke auf. Wir wollen nun versuchen, ein zusammenhängendes Bild von diesem interessanten Gebiet zu geben.

*) Hierzu Blatt 6, 14—16.

Nach Kuke.

Wie wir gesehen hatten, liegt die Teilungsstelle der Wege nach Kuke und Tsche-in bereits auf tiefem roten Sand. Die Straße nach Kuke führt anfangs über den gleichen Sandboden hin. Der Busch ist licht und niedrig und wird von ausgedehnten Grasflächen unterbrochen. Etwa 6.5 km westlich der Teilungsstellen beginnt heller kalkreicher Boden mit hohen Termitenbauten aus Kalkerde. Mächtige Motswerebäume — Combretum primigenium — treten auf. Dann herrscht wieder grauer Sand und lichter Busch. Nach 10 km wird der Boden



Abbildung 5. Rand der Pfanne von Kuke. Im Vordergrund das Kalkgeröll des Inneren, dahinter das niederige Leboana-Gestrüpp. Im Mittelgrund eine Mossu-Akazie (Ac. horrida) mit Nestern von Webervögeln an den Enden der Zweige. Am Fuß des Baums ein kleiner Kraal aus Dornbüschen für unsere Schafe und Ziegen.

hart, enthält Kalkknollen und ist mit dünner grauer Sandschicht bedeckt. Kurz vor der Pfanne Kuke (13 km) beginnen weiße Kalkblöcke in Menge. Über diese Blöcke dahinpelternd, durchquert der Wagen eine etwa 200 m breite Leboánazone und steht dann vor einer kreisrunden baumlosen Fläche, der Pfanne von Kuke.

Die Pfanne von Kuke.

Es ist dieses die erste der merkwürdigen Kalkpfannen der Kalahari, die wir kennen zu lernen Gelegenheit haben, der einzigen Wasserplätze, die jahr-

aus jahrein Wasser führen und für Menschen und Tiere von der allergrößten Bedeutung sind (Blatt 14, Fig. 1—3).

Die vegetationsarme Felsfläche der Pfanne hat einen Durchmesser von 170 m und senkt sich allseitig nach dem Innern zu. In der Mitte liegt ein Kessel von 20—30 m Durchmesser. Derselbe wird auf der Nordseite von einem 1.60 m hohen steilen Rand begrenzt, der sich jedoch nach Süden hin verläuft, weil sich die Südseite ganz allmählich bis zur tiefsten Stelle herabsenkt (Abbild. 6). Diese Pfanne nun liegt selbst wiederum in einer flachen Niederung von spindelförmiger Gestalt. Der Längsdurchmesser verläuft von W.N.W.—O.S.O. und beträgt ca. $1\frac{1}{2}$ km, der kurze Durchmesser dagegen ca. 600 m. Ein sanft ansteigendes flaches Sandgehänge begrenzt die Depression.

Der geologische Bau ist folgender (Fig. 1 und 2). Das Land in weiterer Umgebung besteht aus rötlichem und grauem Sand, der teils reiner Quarzsand ist, teils Brocken von Kalk, sowie von braunem, rotem und grünem Chalcedon und Sandstein enthält. Seine Mächtigkeit dürfte höchstens 0.50—2 m betragen. Innerhalb der Depression besteht der Boden aus Schollen und Kuchen von Sinterkalk, gleich dem des Kwebegebiets. Es sind nämlich rundliche Fladen von Faust- bis Hand-, ja Mühlsteingröße. Jeder einzelne Block ist mit einer mehrere Millimeter dicken lamellierten Kalkrinde umgeben. Auf dem Querschnitt gesehen, besteht das Stück aus gelblichem Kalk, der massenhaft Sandkörner umschließt. Außerdem ist aber das Innere von Lamellen homogenen Kalks durchzogen. Bis zu 10—12 mm breite Ringe sind ferner häufig, die aus lokalen Anhäufungen von Sandkörnern bestehen und von einer lamellierten Kalkrinde umgeben sind. Diese Ringe hängen mittelst der sie umgebenden Rinde oft mit der Oberflächenrinde des Stückes zusammen. Wir erkennen in dieser Struktur leicht die „Sinterstruktur“ des harten Sinterkalks der Kwebeberge wieder. Man könnte die Struktur dieser Kalksteine auch mit der einer Krebsgeschwulst vergleichen. Wie die von Bindegewebssträngen umgebenen Krebszellennester in dem gesunden Gewebe, so liegen die runden Sandkörnerhaufen mit ihrer Lamellenhülle in dem Sinterkalk.

Der Sinterkalk enthält massenhaft eckige bis faustgroße Stücke von braunem, rotem und grünem Chalcedon und Sandstein mit kieseligem Zement. Brocken gleichen Gesteins erfüllen auch den grauen Sand, der zwischen und über den Kalkschollen liegt.

Je näher dem Pfannenrand, um so zahlreicher werden die Kalkschollen und um so mehr nimmt der graue Sand ab. Von S.S.O. kommt eine mehrere hundert Meter lange Laagte auf die Pfanne zu, d. h. eine flache, mit Kalk erfüllte, flußbettartige Depression, deren Kalkboden schließlich in das Kalkgeröll des Pfannenrandes übergeht (Abbild. 5).

Sobald wir das Innere der Pfanne erreichen, ändert sich die petrographische Beschaffenheit des Kalks. Er wird weicher, porös und löcherig. Fingerdicke Röhren durchziehen ihn in vertikaler Richtung. Diese sind vielfach verzweigt, anastomosieren untereinander und sind innen stets mit einer Kalkrinde von 1—2 mm Dicke ausgekleidet. Im unverwitterten Gestein sind die Röhren mit Sand ausgefüllt, während der Kalk sonst sandarm bis sandfrei ist. Er bildet platte weiße Flächen, die mit einer mehrere Millimeter dicken lamellierten Rinde bedeckt sind. Unter derselben beginnt die Röhrenstruktur. Wird die Rinde durch Verwitterung zerstört, so wird der Sand der Röhren, der nur wenig fest zementiert ist, ausgewaschen und die Kalkblöcke erhalten ein zelliges Gefüge, ähnlich den Eisenkonkretionen des Laterits. Diese Durchlöcherung des Gesteins wird zuweilen durch kleine Ameisen unterstützt, welche die Sandkörner aus den Röhren herausholen und so auf diesen in die Tiefe dringen, wo sie ihre Nester anlegen und Feuchtigkeit finden können. Auch in die Klüfte des Gesteins dringen sie ein.

Der so beschaffene zellige Kalktuff nimmt das ganze Innere der Pfanne ein. Von Süden her senkt er sich mit glatter Felsfläche zum Boden der Pfanne, im Norden fällt er dagegen mit senkrechtem Steilrand ab. Derselbe ist an seiner höchsten Stelle am Nordende 2 m hoch, nimmt aber nach Süden hin auf beiden Seiten ab und geht ohne Grenze in die Kalkebene der Südseite über (Abbild. 6).

Der horizontale Boden der tiefsten Stelle ist ein mit Gras und Kräutern (besonders Potentilla) bewachsener, grau bis schwärzlicher sandig-kalkiger Humusboden, unter dem in 20—30 cm Tiefe der weiße Kalktuff ansteht. Der Höhenunterschied zwischen Pfannenrand und -Boden beträgt etwa 3—4 m. Über die Beschaffenheit des Kalktuffs in der Tiefe werden wir durch den Steilrand und das Profil in dem Brunnenloch orientiert. Letzteres liegt auf der südlichen Kalkfläche, und zwar in einer Höhe, die der oberen Kante des Steilrandes entspricht.

An dem 2 m hohen Steilabfall sehen wir eben eine etwa 1 m mächtige harte unregelmäßig gebankte Kalktuffschicht, die die beschriebene Röhrenstruktur



Abbildung 6. Der Pfannenkrater von Kuke. Der weiße Kalkrand umschließt mit steiler Böschung einen Kessel. Nur auf der linken Seite führt eine schiefe Ebene auf den Boden desselben hinab. Im Hintergrund auf der ansteigenden Sinterkalkböschung der Buschwald, der außerhalb der Pfannen herrscht. Das Bild ist Anfang Mai 1897 aufgenommen worden, daher der reichliche Graswuchs im Inneren der Pfanne.

aufweist. Darunter liegt weicher feuchter Kalktuff mit bis faustgroßen Stücken harten gelblichen Sinterkalks. Die oberen harten Bänke springen über den weichen nassen Kalktuff vor und brechen in mächtigen Platten ab. Die Neigung des Kalks, mit senkrechten Bruchflächen abzustürzen, beruht anscheinend auf seiner Röhrenstruktur.

Die Wände des Kalktuffs sind lokal mit weißen faserigen und federigen Flecken eines effloreszierten Salzes von scharfem Geschmacke überzogen.

Noch viel schöner ist der Aufschluß im Brunnenloch (Blatt 14, Fig. 3 und Abbild. 7). Dasselbe besteht in einem 10—12 m breiten runden Loch mit senkrechter überhängender Oberflächenbank und hat $2\frac{1}{2}$—3 m Tiefe. An der tiefsten Stelle steht eine Wasserpfütze, die $\frac{1}{2}$—1 m tief ist.

Das Profil ist folgendes.

Oben liegt eine 60 cm starke, unregelmäßig gebankte, von vertikalen Röhren durchzogene, harte Kalktuffschicht (a). Darunter folgt eine 1.40 m mächtige

Masse feuchten Kalktuffs (b) von weicher „toniger“ Konsistenz mit Lagen von Knollen aus hartem Sinterkalk (c). Die Knollen sind bis faustgroß, und ihre Lagen springen als Leisten aus dem weichen Kalktuff heraus. In den Sinterkalkknollen stecken eckige Stücke von grünem und rotem Chalcedon, Quarz und grünlichem Sandstein mit kalkig-kieseligem Zement. Es sind also typische Sinterkalkstücke, wie sie außerhalb der Pfanne auftreten. Im und unter dem Niveau des Wassers liegen Blöcke des erwähnten Sandsteins (d). Auch außerhalb des Brunnens finden wir solche Sandsteinstücke von 1 Fuß Länge, die ohne Zweifel aus dem Brunnenloch stammen. Diese Sandsteine dürften in geringer Tiefe unter dem Kalk anstehen. Sie gleichen ganz den Sandsteinstücken, wie sie sich



Abbildung 7. Das Brunnenloch von Kuke. Man blickt aus dem Inneren der Pfanne nach Süden zum Pfannenrand. Im Süden der Buschwald. Der Strauch etwas rechts der Mittellinie ist ein Zyzyphus mucronata, die Bäume mit schirmförmigen Kronen links Ac. horrida. Im Vordergrund, in die kahle Kalkfläche eingesenkt, das Brunnenloch. Die harte Oberflächenbank zeigt deutlich die vertikal gestellten Röhren. Die beiden Prospektoren — Mr. Carten und Reckham — sind damit beschäftigt, Bohrlöcher für Dynamit herzustellen, um den Steilrand fortzusprengen. Der Versuch scheiterte an dem senkrechten Abbrechen des Röhrenkalks.

in großer Zahl als eckige Fragmente in Sinterkalk vorfinden. Dieser Sandstein ist identisch mit dem „Pfannensandstein“ am Südufer des Ngami.

Wenn ich die oberste Kalktuffbank „hart“ genannt habe, so ist der Begriff Härte als relativ aufzufassen. In Wirklichkeit ist auch dieser Kalktuff mürb und weich, leistet dem Hammer keinen erheblichen Widerstand und unterscheidet sich dadurch auffallend von dem „Sinterkalk“, der wirklich ein harter Kalkstein ist.

Der feuchte Kalktuff ist aber so weich und erdig, daß er sich graben läßt. Der Unterschied zwischen hartem und weichem Kalktuff ist also gerechtfertigt. Dem petrographischen Habitus nach sind übrigens beide identisch und die Ober-

flächenbank nur als eine beim Austrocknen erhärtete Kalktuffschicht zu betrachten. Dafür werden wir später noch mehr Belege in anderen Brunnenlöchern finden.

Fassen wir die Ergebnisse der Beobachtungen zusammen, so scheu wir, daß eine Masse harten Sinterkalks die Umgebung der Pfanne bildet und selbst von rötlichem Sande überlagert wird. Im Innern der Pfanne finden wir dagegen einen Kalktuff, der an der Oberfläche eine 0.60—1.00 m starke harte Bank bildet, in der Tiefe aber weich ist. Die gesamte Mächtigkeit beträgt über 2 m. Zu unterst ist der Kalktuff mit großen Blöcken des grünlichen Pfannensandsteins erfüllt, der anscheinend den Boden der Pfanne bildet.

Die wasserhaltende Schicht der Pfanne ist der weiche Kalktuff. Aus ihm quillt das Wasser in das Brunnenloch hinein und bildet in demselben eine Pfütze von $\frac{1}{2}$—1 m Tiefe, 4 m Länge und 1.50—2.00 m Breite an dem Nordrand des Brunnens. Das Wasser ist kalt, erfrischend und durchaus nicht salzig. Man tränkt die Tiere, indem man das Wasser in Eimern aus dem Loch schöpft und auf die Gesteinsplatten gießt, wo es Pfützen bildet. Die Quelle ist so stark, daß man nach und nach Hunderte von Tieren tränken kann. Die Pfütze bildet sich im Laufe einer Nacht wieder.

Von Kuke nach Kubi.

Die Entfernung zwischen Kuke und Kubi beträgt rund 11 km. Mit dem westlichen Rand der Pfanne Kuke beginnen Schollen und Knchen von Sinterkalk mit grauem Sand untermischt. Stücke von rotem und grünem Chalcedon nebst Pfannensandsteinen sind häufig.

Schon wenige hundert Meter von der Pfanne entfernt verdrängt aber der Sand alle Gesteine. Nur kleine Brocken von Kalk und Chalcedon bleiben übrig. Wo der Sand mächtig wird, d. h. 1—2 m Höhe erreicht, nimmt er eine rötliche Farbe an. Allein immer wieder treten Kalkschollen und Chalcedonstücke auf und zeigen, daß der Sand nur lokal einige Mächtigkeit erreicht. Nach 40 Minuten bleibt rechts am Wege eine Kalkpfanne von der Größe von Kuke liegen. Ihr Boden ist mit grobem Kalkgeröll nebst grauem Sand bedeckt. In einem 2 m tiefen engen Brunnenloch treten unter diesem Geröll klobig gebankte Massen von dem gleichen Pfannensandstein auf, von dem wir Blöcke in liegendstem Kalktuff der Pfanne Kuke fanden. Derselbe bildet also wohl auch in Kuke den Boden der Pfanne, wird dort aber durch den Kalktuff verdeckt.

Bald hinter dieser Kalkpfanne führt der Weg wiederholt über platte und buckelige, im Umriß rundliche und längliche ebene Gesteinsflächen. Dieselben sind vegetationslos oder nur lokal mit spärlichem Gras bestanden, an Stellen nämlich, wo in flachen Vertiefungen Sand liegt. Umrandet sind diese bis 100 m breiten Gesteinsflächen von zusammenhängenden Schollen von Sinterkalk, die dann ihrerseits von Sand überlagert werden. Das Gestein dieser Flächen ist der grünliche Pfannensandstein. Derselbe zeigt ein graues bis grünliches kieselig-kalkiges Zement, in dem zahlreiche Sandkörner liegen, und zwar das Zement im Überschuß, so daß die Körner einander nicht berühren.

Auf den Felsflächen nun findet man zahlreiche schwarzbraune, kirsch-, wallnuß-, faust-, selbst handgroße bis 5 cm hohe Erhebungen von runder, leistenförmiger oder ganz unregelmäßiger Gestalt. Sie sind seltener glatt als zerfressen, zackig und löcherig. Diese Erhabenheiten bestehen aus demselben Sandstein, aber ihr Zement ist viel reicher an Kieselsäure. Daher sind sie gegen die Atmosphärilien widerstandsfähiger und herausgewittert (Abbild. 8). Manchmal bestehen sie übrigens aus reiner Kieselsäure — Chalcedon — ohne oder mit spärlichen Sandkörnern. Ihre schwarzbraune Farbe rührt von dem Gehalt an Eisenoxydhydrat her. Anscheinend handelt es sich um lokale Verkieselungen innerhalb des ursprünglich rein kalkigen Sandsteins. Solche schwarzbraunen Chalcedonstücke finden sich als Gerölle mit angewitterten Oberflächen häufig im Sinterkalk.

Auch liegen sie lose auf den platten Sandsteinflächen stets in mehr oder weniger großer Zahl.

Von solchen größeren Felsflächen zählt man am Wege bis zur Geierpfanne 4, kleine Felspartien treten häufiger auf. Schollen von Sinterkalk in grauem Sand sind überall häufig. Letzterer herrscht besonders noch einmal nördlich der Geierpfanne.

Die Geierpfanne selbst ist auch nur eine solche platte flachbuckelige Fläche von Pfannensandstein, mit schwarzbraunen Chalcedonknollen, rings umrandet von hartem Sinterkalk. Sie ist ca. 150 m breit und 250 m lang. Im Mai 1897, also kurz nach der Regenzeit, war sie mit einer 80 m breiten Wasser-



Abbildung 8. Fläche von Pfannensandstein mit herausgewitterten schwarzbraunen verkieselten Partien. Zwischen Kuke und Kubi, Mai 1897. Der Buschwald zeigt die für das nördliche Chausefeld charakteristische Beschaffenheit.

fläche bedeckt, in der einige niedrige Bäume mit Geiernestern standen. Es war nur Regenwasser, nicht Quellwasser, denn im Oktober 1897 und im August 1898 war kein Wasser, auch nicht in Brunnen, zu finden.

Umgeben wird die Felsfläche, wie erwähnt, von Sinterkalk mit flach ansteigendem Rande. In den liegendsten Partien enthalten die Kalkfladen massenhaft eckige Stücke von Chalcedonsandstein, Chalcedon und weißem Quarz, so daß eine Breccie entsteht. Allein nach oben hin hören alle fremden Bestandteile auf, sandiger Kalk ist allein zu finden. Bemerkenswert ist es, daß die Gerölle im Kalk angewitterte bräunliche Oberflächen haben.

Hinter der Geierpfanne beginnt wieder tiefer, rötlicher, grauer, lockerer Sand, der nur hier und dort Kalkstücke enthält. Etwa 350 m vor der Pfanne

Kubi beginnen wieder Kalkblöcke in größerer Zahl. Sie wachsen schnell an, so daß der Wagen holpernd und polternd über sie hinrollt. Plötzlich öffnet sich der niedrige Buschwald, und wir stehen am Rande der Pfanne von Kubi.

Die Kalkpfanne von Kubi.

Kubi (Blatt 6, Nr. 14 und Blatt 14, Fig. 4) ist die zweitgrößte Pfanne des Chansefeldes und wird an Größe nur noch von Chanse selbst übertroffen. *Anderson* war der erste, der sie Kubi nannte. Jedoch ist der Name nach *Baines* ursprünglich der Name des Buschmannhäuptlings Kubi, den er in seinem Reisewerk öfters erwähnt. Die offene Pfannenfläche hat einen Durchmesser von 200 m (S.W.—N.O.) zu 270 m (N.W.—S.O). Die Tiefe beträgt 5—6 m. Den Boden bedeckt ein Teich,



Abbildung 9. Die Pfanne in Kubi. Das Bild zeigt den Teich von Kubi im Mai 1897. Aufnahme nach Sonnenuntergang. Im Vordergrund alte Schießringe — Skuitklips — der Buren. Die Maultiere weiden die Spitzen der Wasserpflanzen ab.

der je nach der Jahreszeit und nach der Stärke der Regenfälle eine wechselnde Größe hat. Im Mai 1897 (Abbild. 9) hatte er eine Breite von ca. 80 m und bis $1\frac{1}{2}$ m Tiefe. Im Oktober desselben Jahres war er höchstens 60 m breit und 0,80—1,00 m tief. Im September 1898 war er noch kleiner, etwa 40 m breit und 0,60 m tief.

Den **Pfannenrand** bildet eine wohl mehrere Meter mächtige Schicht von hartem Sinterkalk in plumpen Schollen und mit Sinterstruktur. Die Geröllzone dieses Kalks hat eine Breite von 1 km (N.W.—S.O.) zu 1.2 km (S.W.—N.O.). Die Pfanne selbst liegt aber nur 200 m von der nordöstlichen Grenze entfernt. Die Umgrenzung ist nicht scharf, vielmehr tritt der Kalk nur am Rande der Pfanne als geschlossene Masse auf, während die Kalkschollen, je mehr von der Pfanne entfernt, um so mehr von Sand bedeckt werden. Am Weg nach Kuke finden

sich innerhalb der Kalkzone große Blöcke eines eigentümlichen Konglomerats. Gerölle und eckige Stücke von weißem Quarz und Chalcedon liegen in einer Grundmasse von durch kieseliges Zement verkittetem Sand. Die Blöcke erreichen Kubikfußgröße, dürften also in geringer Tiefe anstehen.

Sobald man die innere Pfannenfläche betritt, beginnt poröser zelliger Kalktuff, der seinem petrographischen Habitus nach ganz dem von Kuke entspricht. Er ist mürb, sandarm bis sandig, wird von Röhren durchsetzt und enthält zahlreiche Conchylien. Neben Physa und Succinea finden sich Planorbis salinarum und Ampullaria occidentalis, sodann aber auch Steppenschnecken, wie Achatina und Buliminus, die jedoch, z. T. wenigstens, sichorlich nachträglich in die Höhlungen des Kalks gekrochen sind.

Der Kalktuff bildet innerhalb der Pfanne einen geschlossenen Ring, der jedoch auf der N.O.- und S.W.-Seite von Kalkgeröll z. T. unterbrochen wird. Die Mächtigkeit des Kalktuffs nimmt von N.W. nach S.O. hin zu. Vom nordwestlichen Rande aus schwillt er nach der Mitte der Pfanne hin an und endet in mehreren Stufen. Auf der S.O.-Seite dagegen schließen sich dieselben im weiteren Verlauf des Ringes zusammen und bilden eine einzige, geschlossene, steil abfallende Kalktuffmasse von 2—3 m Höhe.

Der Boden des von dem Kalktuffring umschlossenen Kraters besteht aus hartem, graugrünlichem Pfannensandstein mit kieselig-kalkigem Zement und ist reich an verkieselten Partien, die aus der glatten Gesteinsfläche als faustgroße zackige Knollen herausragen.

Die Felsfläche senkt sich mit einem Winkel von ca. 3—5° von N.W. nach S.O. Das Wasser des Teichs liegt auf der Sandsteinfläche, soweit nicht ein kalkreicher humoser Pflanzenschlamm das Gestein bedeckt.

Kalktuff und Pfannensandstein stehen also bezüglich Lagerung und Mächtigkeit in bestimmtem Verhältnis. Ersterer bildet eine nahezu horizontale Oberfläche und schwillt daher infolge der Neigung des Sandsteins nach S.O. hin an.

Ein Profil durch die Kalktuffbänke auf der N.W.-Seite zeigt folgenden Gesteinswechsel von oben nach unten:

0.30 m Bank grauen mürben löcherigen Kalktuffs mit Gastropoden, die z. T. nachträglich in die Löcher des Kalks gekrochen sind. Die graue Farbe rührt von vegetabilischer Substanz — Asche — her.

0.30—0.40 m Bank harten gelben zelligen Kalktuffs, etwas sandig, mit Planorbis, Succinea, Physa, Ampullaria.

0.50—0.60 m gelber harter stark sandiger, zelliger Kalktuff. Derselbe geht nach unten über in eine Breccie aus Pfannensandstein und Chalcedon in sandigem Kalktuff. Diese Breccie wiederum geht über in den anstehenden, undeutlich, klebig gebankten Sandstein.

Der Kalktuff wird also nach unten hin sandiger und bildet über dem Sandstein eine Breccie aus Sandstein- und Chalcedonstücken.

Die Mächtigkeit des Pfannensandsteins in Kubi ist nicht festzustellen.

Die wasserführende Schicht der Kubipfanne ist hauptsächlich der Kalktuff, und zwar tritt das Wasser am südöstlichen Steilrand hervor. Im Mai 1897 war der Fuß des letzteren ca. 1 m hoch mit Wasser bedeckt, im Oktober 1898 aber entblößt, und hier konnte man das Quellwasser in ein Brunnenloch austreten sehen. Außerdem zirkuliert aber auch das Wasser in dem Pfannensandstein. Ein Brunnenloch, das genügend Trinkwasser für einige Dutzend Menschen lieferte, liegt nahe dem westlichen Rande des Teichs in diesem Gestein.

Die an allen bisher beobachteten Pfannen vorhandenen Bestandteile sind einmal die Pfannenumrandung und zweitens der Pfannenboden. Erstere besteht aus typischem, hartem Sinterkalk mit Sinterstruktur, letzterer aus dem charakteristischen, teilweise verkieselten Pfannensandstein. Als drittes, aber nicht konstantes Glied tritt hinzu der Kalktuff, welcher eine Ausfüllung der

Pfanne verstellt. Er fehlte z. B. in der Geierpfanne und den freien von Kalk umrandeten Sandsteinflächen. Als wasserführende Schichten dienen sowohl Kalktuff als Pfannensandstein. Als viertes ebenfalls nicht konstantes Glied haben wir die Wasserpfütze. Dieselbe ist sehr vergänglich, wenn aus Regenwasser bestehend, dagegen relativ dauernd, wenn durch Quellwasser gespeist. Allein auch die Quellwasserteiche sind von dem Regenfall abhängig. So hatte der Teich von Kubi vom Mai 1897 bis Oktober 1898 beständig Wasser verloren. Im Oktober 1898 war er schon sehr zusammengeschrumpft, das Wasser selbst gelb und jauchig. Kubi ist aber schon ganz trocken gewesen, so z. B. zu *Baines* Zeit und auch später in den achtziger Jahren, als die großen Züge der Trekburen durch das Land gingen. Die runden Steinringe, die sich die Jäger aufgebaut haben — Skuithoeks —, und die 1897 und 1898 zum Teil unter Wasser lagen, stammen aus jener Zeit (Abbild. 9).

Die weitere Umgebung von Kubi besteht aus Sand, der voller Kalk-, Chalcedon- und Sandsteintrümmer steckt. Lokal aber treten Schollen von Sinterkalk und Pfannensandstein zutage, die unter dünner Sanddecke anstehen.

Auch Sandsteinpfannen mit Sinterkalkumrandung finden sich noch, so z. B. eine westlich und eine östlich (Hardekolpfanne) des Weges zwischen Kubi und Geierpfanne. Der Boden der Hardekolpfanne ist mit Kalk- und Chalcedongeröllen bedeckt. Jedoch tritt der Pfannensandsteinboden lokal zutage, und ein 2 m tiefes, enges Brunnenloch steht in dem klobig gebankten Pfannensandstein. Es hatte im September 1898 nur wenige Liter Wasser.

Von Kubi nach Mankwe (Kruispan, Kreuzpfanne).

Nach Passieren der Kalkgeröllzone, die die Pfanne von Kubi umgibt, beginnt grauer und rötlicher Sand, voller Brocken von Kalk, Pfannensandstein und Chalcedon. Sinterkalkrücken und -Buckel kommen wiederholt unter der Sanddecke zum Vorschein. 5,5 km hinter Kubi beginnt dichtes Kalkgeröll. Es geht einen niedrigen Kalkrand hinab in eine Pfanne, die Ochsenpfanne (Blatt 14, Fig. 5). Der Boden ist 100 m breit und 400 m lang und besteht aus einer platten, flach buckeligen Felsfläche aus Pfannensandstein mit ausgewitterten zerfressenen Chalcedonknollen. Der Rand wird von einer 2—3 m hohen flach ansteigenden Umrandung aus hartem Sinterkalk gebildet.

Im südlichsten Teil der Pfanne tritt Kalktuff auf, mürb, zellig, in senkrecht abbrechenden Bänken. Er bildet einen Halbmond und mag bis 1 m mächtig sein. Am Rande des Halbmonds liegen zwei flache Gruben, die im Oktober 1897 mit schwarzem Schlamm angefüllt waren, aber nach Ausgraben desselben reichlich Wasser gaben. Im Mai desselben Jahres stand hier eine kleine Pfütze.

Die Sinterkalkzone hat auf der Westseite eine Breite von 330 m, auf der Nordseite und Südseite von ca. 200 m, auf der Ostseite ist sie unbekannt. Er wird von grauem Decksand überlagert. Südlich der Ochsenpfanne folgt Decksand mit Kalkschollen. Nach 1.2 km durchquert der Weg eine runde Pfanne von 100 m Durchmesser mit Pfannensandsteinboden und einer 1.50—2 m hohen flach ansteigenden Umrandung von Sinterkalk. Tiefer rötlicher Decksand mit Kalk-, Sandstein- und Chalcedonbrocken herrscht bis nach Mankweyana — Klein Mankwe — hin, 12 km hinter Kubi. Einige hundert Meter vor der Pfanne sind Stücke zerfressenen Chalcedons, die meist lose im Sand und zwischen Kalkschollen liegen, aber auch noch in primärer Lage, d. h. als Konkretionen im Pfannensandstein, zu beobachten sind, außerordentlich zahlreich.

Die Pfanne von Mankweyana hat einen Durchmesser von 150 und 200 m. Letzterer streicht nach der Richtung 20°, also fast N.N.O.—S.S.W. Die Umrandung besteht aus 2—3 m hoch ansteigendem Abhang von hartem Sinterkalk. Der Pfannenboden ist anscheinend grauer Pfannensandstein. Allein letzterer tritt nur in Blöcken auf. Er wird von Sinterkalkgeröll am Rande und schwarzer

humoser alluvialer Erde in der Mitte bedeckt. Am Südrande findet sich auch eine kleine ca. 25—30 cm mächtige halbmondförmige Bank aus zelligem Kalktuff mit Brocken von Chalcedon und Pfannensandstein, nebst Gastropodenschalen.

Im Mai 1897 standen auf dem Boden der Pfanne kleine Pfützen, im Oktober waren dieselben verschwunden.

Hinter der Geröllzone von Mankweyana beginnt grauer Decksand mit vereinzelten Kalkschollen. Offene Grasflächen mit Motswere und Mechoto herrschen vor. Später treten auch große Blöcke von Pfannensandstein und Kalkbuckel zutage, kurz vor Mankwo auch zusammenhängende Kalkflächen mit zahlreichen Chalcedonknollen. 500 m vor Mankwo bleibt rechts am Wege eine etwa 150:300 m große ovale Felsfläche aus Pfannensandstein liegen, die von Kalk umgeben ist. Der größte Durchmesser liegt in der Richtung N.W.—S.O.

Die Pfanne von Mankwe.

Dieselbe (Fig. 6) hat einen Durchmesser von 250 m (N.W.—S.O.) zu 400 m (S.W.—N.O.). Die Umrandung der Pfanne besteht aus hartem Sinterkalk, die Zusammensetzung des Bodens aber ist kompliziert und in dem Brunnenloch, das nahe dem westlichen Ende liegt, aufgeschlossen. Zu unterst liegt Grauwacke und Grauwackensandstein von grünlich-grauer Farbe. Das Gestein ist vertikal zerklüftet; die Klüfte streichen nach der Richtung 66°. Es ist unzweifelhaft alte Grauwacke der Chanseschichten. Über dieser zerklüfteten Grauwacke ruht klobig gebaukter Pfannensandstein, graugrün mit kieselig-kalkigem Zement und zahlreichen Chalcedonknollen. Letztere liegen zum Teil lagenförmig, parallel zur Bankung. Der Pfannensandstein umschließt zahlreiche eckige Blöcke des Liegenden und infiltriert direkt die Spalten und Klüfte der Grauwacken. Seine Mächtigkeit beträgt gegen 2 m. Er wird auf der südwestlichen Seite des Brunnenlochs von Kalktuff überlagert.

Der Kalktuff ist sandig, zellig und mürb, findet sich nur im westlichen Teil der Pfanne und enthält zahlreiche Gastropoden (Planorbis, Physa, Succinea). Zum Pfannensandstein verhält er sich ebenso, wie dieser zu den Grauwacken, d. h. er bildet durch Aufnahme von Gesteinsstücken des Liegenden eine Breccie und dringt selbst in die Spalten des Pfannensandsteins ein. Insgesamt erreicht er eine Mächtigkeit von kaum 1 m und steigt in einzelnen Bänken mit senkrechten Rändern an. Außerhalb des Kalktuffs ist das Innere der Pfanne mit Geröll von Sinterkalk und Chalcedon nebst grauem Sand bedeckt.

In der Umgebung von Mankwe liegen mehrere andere Pfannen. So folgen sich rechts am Wege nach Gantsirra hintereinander drei sehr große glatte Sandsteinflächen mit 2—2.5 m mächtiger Sinterkalkumrandung. Sie haben einen Durchmesser von 200—400 m, der größte von S.W.—N.O. gehend. Ferner tritt ca. 500 m nordwestlich von Mankwe aus dem Decksand eine Felsfläche hervor, die 40:80 m Durchmesser besitzt. Der größte Durchmesser verläuft genau W.—O. Die Umrandung besteht aus Sinterkalk, der Boden aus Grauwacken, die steil stehen und deren Kluftstreichen nach 68° verläuft. Über den Grauwacken liegt ein lückenhafter, bis 30 cm mächtiger Überzug von Pfannensandstein, der die Klüfte des liegenden Gesteins infiltriert und eckige Stücke von Grauwacken und Knollen von Chalcedon umschließt. (Fig. 6, Nebenpfanne.)

Von Mankwe nach Tscho-in.

Zwischen Mankwe und Metsúmi treten anfangs am Wege einige Sandsteinflächen mit Kalkumrandung auf, gleich denen am Gantsirrawege. Sie liegen zusammen mit Mankwe auf einer S.W.—N.O. streichenden Linie, und zwar in einer flachen langen Niederung. Weiterhin herrscht Decksand vor von grauer und rötlicher Farbe, in letzterem Falle oft reiner Sand, ohne Gesteinsbrocken und daher mehr Kalaharisand zu nennen. Allein zerstreut treten auch Kalkschollen zutage,

und die niedrige Buschvegetation ist nicht für den Kalaharisand, sondern den Decksand bezeichnend.

Die Pfanne von Motsumi (= Loch im Ssetschuana) hat einen Durchmesser von 150 (W.—O.) zu 200 m (N.—S.). Der Pfannenrand besteht aus typischem Sinterkalk, der Boden wird wahrscheinlich von Pfannensandstein gebildet, tritt aber nirgends anstehend zutage, da Kalktuff in erheblicher Mächtigkeit die Senkung ausfüllt. Das Profil durch die Pfanne ist sehr instruktiv und hat folgende Beschaffenheit (Fig. 7). Es geht von dem Westrand der Pfanne nach dem Brunnenloch, das auf der Westseite des Kessels liegt.

a) Sinterkalk in Blöcken am Rand der Pfanne.
b) 0.50 m. Stufe aus hartem, bräunlich gelbem Kalk mit vereinzelten Sandkörnern und weichen Kalkmehldrusen. Zahlreiche Gastropoden.
c) 0.30 m. Bank mürben zelligen sandigen Kalktuffs.
d) 0.75 m. Sandiger Kalktuff mit bis faustgroßen Geröllen harten gelben Kalktuffs, bildet die oberste Bank des Brunnenlochs.
e) 0.50 m. Konglomeratbank aus faustgroßen Geröllen von grünem Pfannensandstein in weichem, feuchtem Kalktuff.
f) Mächtige eckige Blöcke von grünem Pfannensandstein in weichem, feuchtem Kalktuff. Die Blöcke haben Durchmesser von $^1/_2$ m und mehr. Anscheinend ist die Breccie ein durch Kalktuff verkitteter Schutt des liegenden Sandsteins. Diese Schicht liegt bereits im Niveau des Wassers.
g) Pfannensandstein, nicht aufgeschlossen.

Im Bereich der Pfanne liegen zahlreiche eckige Stücke von grünem Pfannensandstein und grünem und rotem Chalcedon, die anscheinend aus dem zerstörten Kalktuff stammen.

Hinter Motsumi beginnt sofort wieder tiefer, grauer und rötlicher Sand, der indes häufig von Kalkschollen durchbrechen wird und Brocken von braunem glasigem Chalcedonsandstein enthält. Er trägt Decksandbusch. Tiefer rötlicher Sand und grauer harter Boden wechseln häufig ab. Nach 3 km treten Blöcke eines grünen und braunen Chalcedonsandsteins mit glasigem, rein kieseligem Zement auf, vom Habitus der eingekieselten Gesteine. Später (4 km) folgt grauer Sand mit zahlreichen Schollen von Kalk und Pfannensandstein. Kurz vor der Pfanne Tsche-in herrscht grauer Sand mit weißen Quarzstücken.

Die Pfanne von Tsche-in (Fig. 8) wurde im August 1898 aufgenommen. Sie liegt in einer flachen N.W.—S.O. streichenden Senkung, der auch die größte Länge der Pfanne — 350 m — entspricht. Die Breite beträgt 230 m. Nähern wir uns der Pfanne auf dem Wege von den Koppjes (N.N.O.) her, so finden wir vor der Pfanne roten Decksand mit Brocken von Quarz, Chalcedon und grünem, glasigem Sandstein. Plötzlich steigt der Weg über einen langen, von S.O.—N.W. streichenden Rücken von 20 m Breite und 1—2 m Höhe. Er besteht aus Chalcedonsandstein mit glasig glänzendem, grünem, kieseligem Zement, fingerdicken Röhren und eisenschüssiger Verwitterungsschicht. Daneben tritt eine sehr eigentümliche Breccie auf von eckigen Chalcedonstücken in glasigem Sandstein. Diese Breccie ist rot und verwittert. Darauf folgt eine 200 m breite Zone grauen Decksandes mit zahlreichen Brocken von Sinterkalk, Chalcedon und Chalcedonsandstein.

Indem die Kalkschollen zahlreicher und größer werden, entsteht eine Geröllzone von 18 m Breite. Unmerklich geht dieselbe in anstehenden Sinterkalk mit wenig Sandbedeckung über, der mit 10 m breitem Ring die Umrandung der Pfanne bildet.

Im Innern der Pfanne ist der Boden auf der ganzen Nordseite Pfannensandstein von grauer Farbe mit knolligen und netzförmigen Massen von Chalcedon. Dadurch daß die kieselsäurereichen Partien blaßgrünlich und rosa gefärbt sind.

kommt eine Marmorierung zustande. Das Gestein enthält ferner Stücke von Quarz — Gangquarz der Chanseschichten —, ist undeutlich und klobig gebankt und im Brunnenloch mit einer Mächtigkeit von 2—3 m aufgeschlossen. Die Sandsteinzone selbst hat eine Breite von 80 m und fällt flach nach S.W. ein.

Dem Pfannensandstein lagert sich eine Kalktuffschicht auf. Die ungeschichteten Bänke beginnen mit steilen Rändern und bestehen aus sandhaltigem, mürbem, zelligem Kalktuff mit zahlreichen Gastropoden (Planorbis, Succinea und Physa). Auch Zweischaler (Unio Kunenensis) kommen vor. Nach dem Außenrand der Pfanne hin, also in den höheren Lagen, wird er sehr hart, gelbbraun und sandig, enthält aber doch reichlich Gastropoden. Ganz am Außenrand, nahe dem Sinterkalk, liegt ein dunkelgrauer, von vegetabilischer Substanz gefärbter Tuff, der gleichfalls an Schneckenschalen reich ist. Die Kalktuffzone ist 60 m breit.

Den westlichen Pfannenrand bildet wieder harter Sinterkalk in Blöcken und Schollen, ohne Conchylien. Auf diese 30 m breite Geröllzone folgt anfangs grauer, dann rötlicher Decksand, letzterer mit flacher Böschung ansteigend.

Das Brunnenloch ist eine 20:5 m breite, 2—3 m tiefe Grube, an deren Boden im Juni 1897 reichlich Wasser vorhanden war. Im August 1898 wurde dagegen bei unserem mehrtägigen Aufenthalt das Wasser durch ein Dutzend Ochsen allmählich geleert. Auch während der Trockenzeit 1896 hat Tscho-in wenig Wasser gehabt.

In den Aufbau des Landes treten hier als neues Glied unsere alten Bekannten, der grüne glasige Chalcedonsandstein und die Chalcedonbreccie hinzu. Über ihre Lagerung war hier bisher nichts zu beobachten. Die Gesteine hier gleichen petrographisch völlig dem eingekieselten Chalcedonsandstein am Ngami. Östlich von Tscho-in treten sie in ausgedehnten Schollen auf.

Von Tscho-in zu den Koppjes.

Auf dem Wege nach den Mabäle a pudi-Bergen folgt auf den Rücken aus Chalcedonsandstein zunächst roter Sand, der mit hartem, rotem, bindigem Sandboden abwechselt. 5 km hinter Tscho-in herrscht schwarzbrauner harter Boden. Ein hoher Termitenbau enthält Brocken von Epidot und epidotisiertem Totingdiabas. Letzterer steht auch in einzelnen Klippen an. Bald darauf folgen auch Klippen von Chansegrauwacken mit einem Kluftstreichen nach 50°. Bis 9.5 km hinter Tscho-in ist der Boden Verwitterungsboden von Grauwacken mit zahlreichen Quarzstücken und etwas Decksand. Am Wege liegen einige Sandpfannen, die nach starkem Regen Wasser halten und einen schwärzlichen humosen tonigsandigen Boden haben. Etwa 9 km nördlich Tscho-in liegen rechts am Wege Schollen grünen Chalcedonsandsteins. Nach 9.5 km beginnt tiefer roter Kalaharisand mit niedrigem Mochononobusch, während der Grauwackenboden einen hohen lichten Buschwald aus Moloto, Mossu, Moga, Moschüschä, Mangana, Motsiara und anderen Bäumen und Sträuchern trägt.

Der tiefe rote Kalaharisand geht etwa bis an den von den Koppjes nach Kuke abzweigenden Weg; erst nahe diesem wird der Sand grau und der Busch lichter und von Grasflächen unterbrochen.

Abgesehen von diesen Touren auf den beiden Hauptstraßen des nördlichen Chansefeldes wurden einige Ausflüge von Kubi, Kuke und Tscho-in aus gemacht, sowie das Gebiet zwischen Kubi und Tscho-in aufgenommen.

Von Tscho-in nach Kubi.

Nach dem Passieren des Kalkgerölls von Tscho-in führt ein Fußpfad über grauen Decksand mit Schollen harten Sinterkalks. Nach 40 Minuten (3.2 km) passiert der Pfad eine flache Pfanne von 100 m Durchmesser. Ihre Umrandung wird von hartem Sinterkalk, der Boden von Grauwacken gebildet, die vertikal stehen und nach 50° zerklüftet sind. Ihr Streichen ist wahrscheinlich gleichfalls 50°.

Der Decksand wird mächtiger und verdeckt das Grundgestein. Nach 5.3 km passiert der Weg einen mächtigen Baobab, den einzigen des Chansefeldes, den südlichsten des Ngamilandes. Es ist ein gewaltiger, dickstämmiger und breitästiger Baum, der wohl so manches Jahrhundert hinter sich hat und in seiner Jugendzeit ein günstigeres, feuchteres Klima gesehen haben dürfte. Rötlicher Decksand mit Brocken von Kalk und Chalcedon hält bis 25 Minuten (2.4 km) vor Kubi an. Dann beginnen Kalkschollen, die in die Kalkumrandung der Pfanne übergehen.

Die Ausflüge östlich von Tsebo-in und nördlich von Kubi und Kuke sollen an anderer Stelle besprochen werden, hier sei nur noch erwähnt der

Ausflug nach Tsch-uku.

Etwa 17.6 km westsüdwestlich von Kubi liegt eine große Kalkpfanne, die in vieler Hinsicht von Interesse ist. Am 28. August 1898 besuchte ich sie von Kubi aus. 2 Buschmänner zeigten den Weg und trugen das geringe Gepäck. In 15 Minuten durchquert man die mit Buschwald bedeckte Geröllzone der Pfanne. Mit der Abnahme der Kalkschollen und der Zunahme des Decksandes öffnet sich der Busch und macht freien Grasflächen Platz. Kalkschollen, vereinzelt auch Blöcke von grünem, eingekieseltem Chalcedonsandstein treten hier und dort zutage. Rechts begleiten in einigen Kilometern Entfernung einige flache Hügel den Weg. Nach $3^3/_4$ Stunden flotten Marsches erreichten wir die Pfanne Tsch-uku (Fig. 9). Sie hat eine lang ovale Gestalt. Der größte Durchmesser streicht in der Richtung 80° und ist 1.2 km lang, die Breite beträgt ca. 550 m. Die Umrandung besteht aus hartem Sinterkalk, der Boden ist grauer und grünlicher Pfannensandstein mit kieseligen Konkretionen, die als Knollen, Leisten und unregelmäßige Partien herauswittern. Der Pfannensandstein ist lokal mehr als Chalcedonsandstein mit rein kieseligem Zement, denn als Pfannensandstein mit kalkigem Zement entwickelt. Er tritt nur am Nordrand mit einem schmalen Streifen von 1—20 m Breite zutage, der von West nach Ost breiter wird. Er fällt mit flachem Winkel nach Süden hin ein, und wird von der Ausfüllung der Pfanne bedeckt.

Diese Ausfüllung besteht aus einem sandigen, mürben Kalktuff, der von Sandröhren durchzogen ist, also die charakteristische Struktur aufweist. Der Senkung des Bodens entsprechend ist er am mächtigsten am Südrande, wo er eine halbmondförmige, 10—30 m breite und über 3 m mächtige Zone bildet. Mit steilem Rand fällt diese nach der Pfanne hin ab. In der Mitte liegt nun eine sandige Kalktuffmasse, die der des Steilrandes durchaus entspricht, aber an der Oberfläche verändert ist. Hier stellt er nämlich eine humos-tonig-sandig-kalkige Schlammasse vor, die während der Regenzeit wohl einen weichen Brei bildet, in der Trockenzeit aber zu einer harten grauen Kruste eintrocknet. Diese Kruste zerspringt dann in handtellergroße Polygone, die schließlich abplatzen, sich schalenförmig nach oben krümmen und so unregelmäßige Schalenstücke bilden, die lose auf der Oberfläche liegen. Unter dem Fuß brechen die aufwärts gekrümmten Schalen knisternd zusammen, werden zerbröckelt, zu Staub zermalmt und fortgeblasen. Der graue Schlamm enthält in beträchtlicher Menge vegetabilische Stoffe, besonders zersetzte Grasbalme, während im unveränderten Kalktuff Gastropodenschalen zahlreich sind.

Am westlichen Ende des Kalktuffrandes befindet sich ein Brunnenloch, das nach Aussage der Buschmänner von Leuten der englischen Polizeitruppe gegraben worden sein soll. Es liegt am Fuße des Steilrandes ganz in Kalktuff, und sein Boden ist ca. 1 m tiefer als die Basis des Steilrandes. Der Pfannensandsteinboden wird nicht bloßgelegt. Das Brunnenloch enthielt genug Wasser für einige Tiere und ein Dutzend Menschen.

Von Tsch-uku aus machte ich noch einen Ausflug nach den beiden im N.W.

der Pfanne gelegenen Höhen. Es sind ca. 20 m hohe flachansteigende Hügel aus rotem Sand. Während auf dem östlichen überhaupt kein Gestein vorhanden ist, findet man auf dem anderen Stücke von Chalcedon und Chalcedonsandstein. Die gleiche Zusammensetzung haben, wie wir sehen werden, die Höhen nördlich von Kubi.

Während des Oktobers 1897 haben zwei Prospektors der British West Charterland Ltd., Webb und Powrie, das nördliche Chansefeld von den verschiedenen Pfannen aus durchstreift. Aus ihren Berichten geht in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen hervor, daß feste Gesteine am meisten an und zwischen den Straßen auftreten. Nach Osten resp. Westen hin beherrscht sehr bald Sand das ganze Feld. Aber erst in einer Entfernung von ca. 10—15 km von den Straßen dürfte im allgemeinen der Decksand dem Kalaharisand Platz machen.

Der nördliche Teil des Chansefeldes ist also eine Gesteinsinsel in dem Sandmeer. Die ältesten Gesteine sind die vom Kwebegebiet her bekannten Chansegrauwacken; auch der Totingdiabas kommt vor. Hier wie dort sind sie steil aufgerichtet und zerklüftet. Ihr Kluftstreichen, das wohl dem Schichtstreichen entspricht, verläuft im Gebiet von Tscho-in in der Richtung 50°, im Gebiet von Mankwe nach rund 70°.

Über diesen Grauwacken liegen die Chalcedon- und Pfannensandsteine, anscheinend horizontal gelagert oder mit wenig geneigter Oberfläche, wie z. B. in Kubi, Tsch-nku, Tscho-in. Er wird überlagert von dem harten Sinterkalk, in den Pfannen dagegen von einem mürben, an Gastropoden reichen Kalktuff. Als oberstes Gebilde bedeckt der Decksand mehr oder weniger das ganze Land. Nur im Umkreise der Pfannen tritt das feste Gestein in geschlossenen Massen zutage, sonst nur lokal in Schollen und Klippen. Nach den Rändern der Gesteinsinsel hin geht er in den typischen reinen Kalaharisand über, der keinerlei Brocken des Untergrundes enthält.

II. Das mittlere Chansefeld.

Das mittlere Chansefeld wurde von mir zweimal besucht. Im Mai und Juni 1897 habe ich es auf dem Hauptwege von Mankwe nach Chanse und zurück durchzogen. Im Oktober desselben Jahres machte ich jedoch bei Gautsirra Halt und besuchte von hier aus die Pfannen bis Kchautsa O. Außerdem haben zwei meiner Prospektoren das Gebiet im November 1897 nach allen Seiten hin durchreist und meine Beobachtungen ergänzt. So dürfte denn keiner der topographisch wichtigen Punkte übersehen worden sein.

Von Mankwe nach Gautsirra.

Hundert Meter südwestlich von Mankwe beginnen am Wege drei aufeinander folgende, ovale Sandsteinpfannen, die alle den gleichen Aufbau haben, nämlich eine Umrandung von Sinterkalk und glattem Felsboden aus Pfannensandstein mit Verkieselungen. Die Felsflächen sind mit zahllosen Stücken von Sinterkalk, Chalcedon und Chalcedonsandstein bedeckt. Diese drei Pfannen haben eine Gesamtlänge von 2 km. Hinter ihnen beginnt grauer Decksand mit Schollen von Kalk, Pfannensandstein und auch grünem Chalcedonsandstein. 800 m hinter der letzten Felsfläche beginnt grauer Sand mit weiter Grasebene. Vereinzelte Knollen eines sandigen mürben Kalks sind in ihm häufig, besonders in der Erde, die aus Erdferkellöchern stammt. Auch Chalcedonbrocken kommen lokal vor. Einige Kilometer rechts vom Weg bleibt ein breiter, flacher Sandhügel liegen.

6.4 km hinter Mankwe herrscht tiefer rötlicher Sand vor. Die Grasflächen machen einem Buschwald Platz, der ganz wesentlich aus hohen Kameldornbäumen (Mochóto) besteht, ein für diesen Teil der Kalahari ungewohnter Anblick. Denn hohe Kameldornbäume sind im allgemeinen auf die Nähe der Ufer des

Ngami und der Flüsse beschränkt. Schon im Kwebegebiet sieht man sie nicht häufig. In der mittleren Kalahari selbst ist Mechoto aber fast nur in Strauchform lokal zu beobachten, im Gegensatz zur südlichen, wo er geradezu dominiert. Auch hier zwischen Mankwe und Gautsirra scheint er im Aussterben zu sein. Die Bäume waren zum großen Teil tot oder mit den Lehmhüllen der Termiten überzogen. (Abbild. 10 u. 11.) Es schien, als würde hier in einigen Jahren der Baum vernichtet sein. 8.8 km hinter Mankwe treten zahlreiche Stücke zelligen, sandigen Kalktuffs auf. Die Sandröhren sind mit Kalkrinden ausgekleidet. Es folgt beständig rötlicher und grauer Sand.

14 km. Von hier ab beginnt der Boden lebhaft rot zu werden. Stücke zerfressenen roten glasigen Chalcedonsandsteins vom Habitus des eingekieselten Kristallsandsteins am Ngami treten auf, ferner harter Sinterkalk, alle in Blöcken ohne erkennbare Lagerung. Der rote Sand ist lediglich ein Zersetzungsprodukt des eisenreichen Chalcedonsandsteins, der sich auch bei der Verwitterung mit braunen Rinden überzieht. Der rote Sand bildet Rücken und Platten von 1—2 m Höhe und unregelmäßigem Verlauf. Unter dem Sand bilden aber Kalk und Chalcedonsandstein das Skelett der Erhöhungen, der Sand ist nur Decke.

16.1 km. Chansegrauwacke tritt in zahlreichen Blöcken auf. Die Lagerung ist nicht zu beobachten. Petrographisch ist das Gestein aber interessant wegen reichlichen Gehalts an Epidotkörnern, die anscheinend von beigemengtem Diabasmaterial herrühren (Totingdiabas).

Auf die Grauwackenzone folgen wieder platte Hügel aus Chalcedonsandstein, der in zahlreichen Blöcken bis zur Pfanne Gautsirra hin ansteht (19.2 km). Auch harter Sinterkalk tritt lokal, besonders bei km 17.6, in zahlreichen Fladen auf.

Der Chalcedonsandstein hat eine sehr charakteristische Struktur. Die Sandkörner liegen in einer grünen glasglänzenden Grundmasse, die bei den makroskopisch gleichen Sandsteinen am Ngami aus Chalcedon und Opal besteht. Das Gestein wird nun von langen, fingerdicken Röhren durchsetzt, die teils ganz gerade verlaufen, teils anastomosieren. Ursprünglich sind diese Röhren mit wenig verkittetem Sand angefüllt, der aber bei der Verwitterung ausgewaschen wird. Bemerkenswert ist die im allgemeinen vertikale Stellung der Röhren.

Vor Gautsirra liegt noch eine flache Senkung mit grauem, tonig-sandigem Boden, während der Rand aus Chalcedonsandstein besteht.

Die Pfanne von Gautsirra.

Die Pfanne von Gautsirra (Blatt 15, Fig. 1) hat eine runde Form, einen Durchmesser von 215 m und eine Tiefe von 2—3 m. Die Umrandung besteht aus hartem Sinterkalk, der Boden aus typischem, teilweise verkieseltem Pfannensandstein. Letzterer ist in dem 3 m tiefen Brunnenloch gut aufgeschlossen. Es sind horizontal gelagerte, klebig gebankte Massen, mit unebenen knolligen buckeligen Grenzflächen. Auf der glatten Felsoberfläche sind kirsch- bis handgroße, 1—3 cm hohe Papeln herausgewittert. Auf dem Querbruch erscheint das Gestein aus 2 Elementen zu bestehen. Einmal bildet ein rosa gefärbter Sandstein mit vorwiegend kalkigem Zement ein netzartiges Maschenwerk; in den Maschen liegt aber grünlicher, harter, stark verkieselter Sandstein, der ohne deutliche Grenze in das kalkige Grundgerüst des Pfannensandsteins übergeht. Es handelt sich nicht um Konglomerat, sondern um lokale Anreicherung der Kieselsäure in der Grundmasse infolge von Verkieselung. Diese kieseligen Maschen wittern heraus und bilden dann die braunen, eisenschüssigen, zerfressenen Erhabenheiten der glatten Felsflächen und die losen Chalcedonknollen.

Diese für den Pfannensandstein so vieler Pfannen charakteristische Struktur ist in Gautsirra ganz besonders schön zu beobachten und daher hier noch einmal genauer beschrieben worden. Der Sandsteinboden wird nun durch Kalktuff zum größten Teil verdeckt. Derselbe hat die typische Röhrenstruktur, ist oben mürber,

aschgrauer, unten gelber, harter Kalk mit reichlichen Schalen von Gastropoden, besonders Planorbis salinarum. Der Kalktuff steigt in zwei Terrassen an, deren Steilrand je 30 cm hoch ist. Die innere Terrasse umschließt einen Kreis von 30—40 m Durchmesser, der mit Kalk- und Chalcedongeröllen und humoser Erde nebst Sand bedeckt ist. Der Pfannensandstein tritt nur lokal, und zwar im Umkreis der drei Brunnenlöcher zutage. Letztere haben einen Durchmesser von 10—12 m und sind 2—3 m tief. Sie enthalten reichlich Wasser, das auch für eine größere



Abbildung 10. Junger Mochoto — Ac. Giraffae — mit Erdrinden der Termiten. Links zwei dünne total abgefressene und entrindete tote Mochoto-Bäumchen. Buschwald zwischen Mankwe und Gautsirra auf Kalaharisand.

Herde Vieh genügt. Die wasserführende Schicht ist der Pfannensandstein, zum Teil vielleicht auch der Kalktuff.

Die Umgebung von Gautsirra.

Die Kalkgeröllzone ist nach Südwesten hin 200—400 m breit. Die Kalkschollen enthalten viel Chalcedon und Chalcedonsandstein. Etwa 2 km hinter Gautsirra tritt Chansegrauwacke auf, später Chalcedon-Röhrensandstein.

In der Umgebung von Gautsirra gibt es zahlreiche andere Pfannen. So liegt eine Kalkpfanne ohne Wasser etwa 6.4 km westlich von Gautsirra; nach der Beschreibung von Mr. Webb zu urteilen, muß sie der von Tsch-uku

ähnlich sein. Die meisten liegen aber östlich des Hauptweges. So befindet sich ca. 5 km südlich eine Kalkpfanne Dau, deren Boden nach Prospektor Powrie aus Pfannensandstein besteht. Ferner habe ich im Oktober 1897 die drei östlichen Pfannen Kamelpan, ²Gaso und ²Kchautsa O. (Ssebichos Pan) persönlich besucht.

Der Weg zur Kamelpfanne geht direkt nach O. Nach dem Passieren der 250 m breiten Kalkzone folgt grauer Decksand mit Kalkschollen. Nach 450 m passiert man eine 300 m breite Kalkzone, darauf bis 1 km hinter Gautsirra aus-



Abbildung 11. Große durch Termitenfraß abgetötete Giraffenakazie. Buschwald zwischen Mankwe und Gautsirra auf Kalaharisand.

gedehnte Schollen grünen Chalcedonsandsteins mit Röhren. Kalkplatten mit Decksand, Kalkbuckel, Chalcedonsandsteinschollen wechseln ab. Eine flußbettartige Depression in Kalk sowohl, als zwei zusammenhängende runde Pfannen mit sandigem Boden nebst Kalkschollen und Kalkumrandung werden passiert. Wieder folgt Decksand mit Kalkschollen. Nach 4.5 km erreicht man die 200 m breite Kalkgeröllzone der Kamelpfanne.

Diese Pfanne ist kreisrund und hat einen Durchmesser von 150 m. Die Umrandung ist Sinterkalk, das Innere wird ganz von Kalktuff eingenommen, der seinerseits in der Mitte der Pfanne einen kleinen Teich mit gelbem, jauchigem Wasser umschließt. Auf der Westseite desselben steigt die Kalktuffwand senkrecht, z. T. überhängend an. Auf der Ostseite ist das Ufer flach, der Durchmesser des

Teiches betrug im Oktober 1897 20—25 m. Zahlreiche Enten trieben sich auf demselben umher.

Östlich der Kamelpfanne tritt grüner Chalcedonsandstein mit Röhren in ausgedehnten Schollen auf 300 m hin zutage. Es folgt rötlicher Decksand mit Brocken von Kalk, Chalcedon und Chalcedonsandstein. Vereinzelte Kalkschollen und -Buckel ragen heraus. Offene Grasflächen mit zerstreuten Bäumen und Büschen von Motswere, Moloto, Mokabi und Vaalbüschen herrschen vor. Nach 3.2 km passiert der Pfad eine ca. 300 m breite Zone, in der rote Chansegrauwacken in zahlreichen Blöcken, aber ohne erkennbare Lagerung auftreten. Wieder geht es über Decksand mit Schollen von Sinterkalk und Chalcedonsandstein hin. 1.6 km vor der Pfanne ²Gaso folgt ein flacher breiter Rücken tief braunroten Sandes, unter dem verwitterter Chalcedonsandstein ansteht. Der Sand ist der Hauptsache nach Verwitterungsprodukt des Sandsteins. Jenseits des Rückens bildet wiederum Kalk mit grauem Decksand den Boden. Eine kleine runde Pfanne, die in den harten Sinterkalk eingesenkt ist, bleibt rechts liegen. Dann geht es über die Geröllzone der Pfanne zum Krater derselben herab.

²Gaso ist 12.8 km von Gautsirra entfernt. Die runde Pfanne hat einen Durchmesser von 150 m und ca. 3 m Tiefe. Harter Sinterkalk in erheblicher Breite (im Süden 650 m) bildet die Umrandung, Pfannensandstein tritt an den tiefsten Stellen zutage, wird aber meist durch ein halbes Dutzend kleiner Wassertümpel und durch schwarze humose Erde verhüllt. Zelliger Kalktuff mit zahlreichen Gastropoden umgibt kreisförmig, z. T. mit Steilrand, den ebenen ca. 30 bis 40 m breiten Boden der Pfanne.

4.8 km ostnordöstlich von ²Gaso liegt Ssobichos Pfanne oder ²Kehautsa (Blatt 15, Fig. 2). Im Unterschied von den beiden anderen ²Kehautsa-Pfannen des Chansefeldes sei diese ²Kehautsa O. genannt. Der Weg führt zuerst über das Kalkgeröll der Pfanne ²Gaso, dann über eine 600—800 m breite Zone tiefen grauen Sandes. Flächen und Schollen harten Sinterkalks nebst Pfannensandstein und wenig Decksand herrschen vor. Auch kleine Pfannen, die ausschließlich aus Sinterkalk bestehen, findet man lokal. Erst kurz vor ²Kehautsa nimmt grauer Decksand überhand. Am Rande der Geröllzone dieser Pfanne lag zur Zeit meines Besuchs ein Kaffernkraal mit Ziegen, Schafen und etwas Großvieh. Die Geröllmasse ist auf der Westseite 350—400 m breit, nach Osten und Süden hin dagegen wahrscheinlich viel breiter. Entsprechend solcher Ausdehnung ist der Sinterkalk vermutlich sehr tief, vielleicht 5—6 und mehr Meter. Die Pfanne selbst hat einen Durchmesser von 200 m und ist 5—6 m tief. Der Boden besteht auf der Südwestseite aus graugrünlichem Pfannensandstein, der sich mit einem Winkel von 5—10° nach N.O. senkt. Das Streichen erfolgt nach ungefähr 140—320°, also nahezu N.W.—S.O. In der Mitte der Pfanne verschwindet der Sandstein und wird im nordöstlichen Teil von Kalktuff überlagert. In der Mitte des Bodens bedecken ein großer und mehrere kleine Tümpel, sowie Kalkgeröll in humoser Erde das anstehende Gestein. Die Kalktuffausfüllung ist nicht geschlossen, sondern in einzelne Partien zerlegt, besonders auf der Südwestseite, während auf der Nordostseite ein geschlossener Halbmond aus Kalktuff besteht, der freilich z. T. durch Sinterkalkgeröll verhüllt wird.

Etwa 7 km nordöstlich von der Kamelpfanne liegt nach den Aufnahmen des Prospektors Powrie eine andere, anscheinend große Pfanne, die ²Küssaß heißt. Dieselbe hat einen ausgedehnten Boden von Pfannensandstein und eine Kalkumrandung. Ob Kalktuff vorhanden, ist mir nicht bekannt.

In der Umgebung von Gautsirra, besonders nach Osten hin, haben wir also ein ziemlich ausgedehntes Gesteinsfeld mit einer Grundlage von Grauwacken, während Chalcedonsandstein, Pfannensandstein und Kalk darüber liegen. Mit dem Gesteinsfeld des nördlichen Chansefeldes steht es aber nicht in direktem Zusammenhang, sondern wird von ihm durch einen Sandstreifen getrennt.

Von Gautsirra nach ²Kehautsa C.

Die Straße führt von Gautsirra zunächst nach ²Kehautsa C., das 23 km entfernt ist. Wie bereits erwähnt, folgt auf die Geröllzone von Gautsirra Decksand mit Kalkschollen. Nach 800 m folgt eine kleine Pfanne mit Sinterkalkumrandung und Sandboden. Dann tritt Grauwacke in einzelnen Blöcken auf (2.8 km), und später folgt eine Zone von grünem Chalcedonsandstein mit Röhren und Chalcedonbreccie, d. h. eckigen Stücken von Chalcedon in Chalcedonsandstein. Grauwacken, Chalcedonsandsteine und -Breccien, sowie Schollen von Sinterkalk wechseln nun miteinander ab, ohne daß ihre Lagerung deutlich erkennbar wäre. Sie kommen nur als Blöcke im Decksand zum Vorschein.

Nach 5.5 km verdrängen die Grauwacken alles andere, nur Kalkschollen liegen noch als Decke auf den Grauwacken. Bei km 8 Chalcedonsandstein mit Röhren und Chalcedonbreccie in großen Blöcken. Dann aber folgt ausschließlich Grauwacke mit diagonaler Parallelstruktur, die durch dünne Lagen von Eisenglanz markiert wird. Wellenfurchen sind häufig. Die Kämme sind 7 mm hoch und haben 50 mm Abstand voneinander. Schon bevor man die Schieferpfanne (18 km) erreicht, beginnen 2—3 m hohe, lange Rücken und Platten, die mit rotem Sand bedeckt sind. Allein an vielen Stellen zeigt sich doch das Grundgerüst, aus Grauwacken mit Kalkhaube bestehend. 1½ km vor der Schieferpfanne liegt rechts vom Wege eine 500 m breite Kalkfläche, und zwar aus Sinterkalk, mit einem kleinen Brunnenloch, das etwas Wasser enthält; persönlich habe ich es aber nicht gesehen.

In der Schieferpfanne bietet eine flache Senkung einen kleinen Aufschluß durch die Chanseschichten. Der Durchmesser der Pfanne ist 120 m (W.—O.) : 80 m (N.—S.), die Tiefe ca. 2 m. Der Boden ist überwachsen, jedoch sind erkennbar rote Grauwacke, graue, harte quarzitische Grauwacke und graugrünlicher, weicher leicht spaltbarer Schieferton. Die Schichten stehen auf dem Kopf und streichen nach 70°.

In einem 3 m langen Aufschluß war, durch überdeckte Partien getrennt, nachstehende Schichtenfolge erkennbar:

1) Violette, leicht spaltbare Schiefertone . . . 0.80 m
Verdeckt.
2) Rötliche quarzitische Grauwacken in 5—8 cm dicken Bänkchen . . . . 0.40 „
Verdeckt.
3) Graue Schiefertone . . . . 0.40 „
Verdeckt.
4) Rote Grauwacke . . . . 0.20 „
Verdeckt.
5) Violetter Schieferton . . . . 0.20 „
Verdeckt.
6) Sandiger graugrüner Schieferton mit Schüppchen von Kaliglimmer . . . . 0.20 „
1.80 m

Da der gesamte Aufschluß nur 3 m lang ist, kommen auf die nicht aufgeschlossenen Teile 1.20 m, also im Durchschnitt 0.25 m pro Zwischenraum zwischen den einzelnen Gliedern des Aufschlusses.

Am Rande der Pfanne überlagert harter Sinterkalk die Grauwackenschichten. Er infiltriert die Spalten zwischen den aufgerichteten Schichtenköpfen und bildet über den liegenden Chanseschichten eine Breccie aus diesen. In den mittleren Partien enthält er kleine eckige Bruchstücke der Chanseschichten, sowie von Chalcedon. Oben ist er dagegen ziemlich rein. Seine Mächtigkeit dürfte 2—3 m betragen.

Ein Brunnenloch, das man 1½ m tief in den Boden der Pfanne vergeblich

gegraben hat, ist völlig verwachsen und verschüttet. Am Rande desselben liegen zahlreiche Stücke grünlichen balbglasigen Pfannensandsteins, der anscheinend aus der Grube stammt. Ob dieses Gestein in derselben ansteht, war aber nicht festzustellen.

Die Verhältnisse in der Schieferpfanne lehren, daß zwischen den Grauwacken weichere Schiefertone eingelagert sind, die petrographisch völlig dem Schieferton westlich von den Makabana im Kwebegebiet gleichen.

Hinter der Schieferpfanne folgt Decksand mit Kalkschollen. Lange Rücken und Platten aus rotem Sand, unter dem aber Kalk und Grauwacke das Fundament der Erhöhungen bilden, werden immer häufiger. 200 m vor ²Kchautsa passiert der Weg eine flache Pfanne mit Sandboden und Kalkumrandung. Gewaltige Motswerebäume stehen hier, ebenso wie am Südende der großen Pfanne ²Kchautsa C.



Abbildung 12. Die Pfanne von ²Kchautsa C. Blick über die Pfannensandsteinfläche von O. nach W. Die Fläche senkt sich von rechts nach links und ist mit Kalk- und Chalcedongeröll bedeckt. Im Hintergrund die mit Buschwald bedeckte Böschung des Sinterkalks.

Die Pfanne von ²Kchautsa C.

Diese Pfanne (Fig. 3) hat eine Länge von 400 m und eine Breite bis zu 200 m. Ihre Längsachse liegt parallel dem Streichen der Grauwacken — 70°. Die Umrandung der Pfanne besteht auf der Nordseite aus hartem Sinterkalk, der eine Breite von über 1 km hat. Auf der West- und Ostseite bildet er nur eine schmale Zone. Auf der Südseite liegt er in einem Nivean mit dem Kalktuff der Pfanne. Er beginnt etwa 400 m südlich des Steilrandes des letzteren und hebt sich kaum oder gar nicht von der Kalktufffläche ab.

Der Boden ist Pfannensandstein (Abbild. 12). Seine Oberfläche ist, wie gewöhnlich, flach, buckelig oder glatt. Zahllose schwarze Chalcedonknollen sind herausgewittert, und lose Stücke derselben, nebst Kalkstücken, liegen massenhaft auf der Felsfläche. Dieselbe steigt von Süden nach Norden hin an, mit einem Winkel von höchstens 3—5°. Das Gestein ist wie gewöhnlich, unregelmäßig,

wulstig, klebig gebankt, wie zwei je 1 m tiefe Brunnenlöcher, die in der Mitte der Felsfläche angelegt sind, erkennen lassen.

Auf der Südseite bildet Kalktuff einen Steilrand, der bis 2 m hoch ist, und aus undeutlichen Bänken besteht (Abbild. 13). Der Kalk wird von den charakteristischen vertikalen Sandröbren durchsetzt und ist reich an Planorbis, Succinea und Physa. Der Steilrand ist an seinem Fuß durch subterrane Erosion unterwaschen, so daß die oberste harte Bank oft in mächtigen Platten abgebrochen ist. Die Breite der Kalktuffmasse von dem Steilrand ab nach Süden beträgt ca. 400 m. Interessant ist es, festzustellen, daß auf der Nord- und Ostseite der Pfannensandstein unter den Sinterkalkschellen, anscheinend anstehend, lokal zu beobachten ist.

Wasser findet sich einmal in den Brunnenlöchern in der Sandsteinfläche. Die wasserführende Schicht ist hier der Pfannensandstein. Diese Brunnen sind indes wenig zuverlässig; denn im Oktober 1897, also vor dem Beginn der Regenzeit,



Abbildung 13. Die Pfanne von ^{2}Kehautsa C. Man blickt über die kahle Fläche von Pfannensandstein nach Süden auf den Kalktuffsteilrand, der mit abgebrochenen Platten überstreut ist. Dahinter die flach ansteigende, mit Gras, Kräutern und Büschen bedeckte Kalktuffoberfläche. Der kleine kugelförmige Baum links ist eine Boscia Pechuelii, rechts Bäume und Gesträuch von Combretum primigenium.

war es ziemlich spärlich. Sodann tritt Wasser an dem Fuß des Kalktuffrandes aus und bildet daselbst einige Pfützen, die meist mit Schlamm angefüllt sind und ausgegraben werden müssen. An dieser Pfanne lag vorübergehend das Lager der englischen Polizeitruppe in dem Winter 1895/96.

Von ^{2}Kehautsa C. nach Chanse.

Die flache Pfanne westlich von ^{2}Kehautsa C. liegt mit ihrer Längsachse in derselben Richtung 70°, wie die von ^{2}Kehautsa. Dasselbe ist der Fall mit einer noch westlicher gelegenen Pfanne (Fig. 4). Dieselbe stellt anscheinend die Verlängerung des Sandsteinbodens von ^{2}Kehautsa C. vor. Auch sie senkt sich schwach von N. nach S. Die Ränder bestehen aus Sinterkalk, während Kalktuff fehlt. Diese westliche Nebenpfanne zerfällt in drei Teile, eine mittlere große und zwei kleinere

Pfannen. Alle drei liegen mit ^{2}Kchautsa und der östlichen Nebenpfanne in einer Linie. Die Gesamtlänge der westlichen Nebenpfannen beträgt 600 m. Davon fallen 300 m auf den mittleren Teil, 80 m auf den östlichen und 20—30 m auf den westlichen Teil, 200 m aber auf die den westlichen und mittleren Teil verbindende schmale Senkung. Die Breite des mittleren Teils beträgt 50 m.

Der Weg nach Chanse verläuft südlich dieser Pfanne. 2 km hinter ^{2}Kchautsa tritt grüner Chalcedonsandstein in großen Blöcken auf, mit Röhren und rotem Verwitterungsboden. Dann folgt Decksand mit Grauwacken und Kalkschollen. Zahlreiche Wälle aus Grauwacke, mit Kalkhaube bedeckt, folgen aufeinander. Sie sind 1—3 m hoch und werden durch 100 und mehr Meter breite Senkungen voneinander getrennt. In letzteren liegt roter Decksand und Verwitterungsboden der Grauwacken.

Wo Kalk in großen Mengen auftritt, wird der Boden hellgrau. Über viele solcher niedrigen Wälle von Kalk und Grauwacken geht es bis nach Chanse hin, das 10.4 km von ^{2}Kchautsa C. entfernt ist. Die Streichrichtung der Wälle ist durchweg 70°.

An einer Stelle, ungefähr halbwegs zwischen beiden Pfannen, lag links am Wege ein fußlanger Block eines bläulich grünlichen krystallinen Gesteins, schwarze Augite und weiße Feldspäte in dichter Grundmasse. Es ist Ngamidiabas, der massenhaft in Okwa sowohl, wie am Ngami ansteht und höchst wahrscheinlich von ersterem Platz durch einen Wagen verschleppt worden ist, da sich nirgends weiter auch nur die geringsten Spuren dieses Gesteins weder in nächster Nähe der Fundstelle, noch im Chansefeld überhaupt gefunden haben.

III. Das südliche Chansefeld.

Das südliche Chansefeld liegt zwischen den Wasserplätzen von Chanse, Kwachara^{3}nei, ^{2}Nucha und ^{2}Kintsa. Im Gegensatz zu den beiden nördlich gelegenen Teilen hat seine Längsachse eine mehr west-östliche Richtung, auch erreicht die Gesteinsoase hier ihre größte Breite. Sie wird allseitig von Kalaharisand umgeben, jedoch sind die Grenzen derselben nur im Süden scharf ausgebildet. Sonst bestehen überall Übergänge zwischen dem Decksand und dem Kalaharisand.

Während des Mai, Juni, Oktober und Dezember 1897 wurde der größte Teil dieses Gebietes aufgenommen und alle größeren Pfannen besucht, so daß ein guter Überblick gewonnen werden konnte.

Die Pfanne von Chanse.

Die **Pfanne von Chanse** (Blatt 16, Fig. 1—2) hat einen Bau, wie wir ihn bisher noch nicht kennen gelernt haben. An ihrer Nordseite zieht sich ein ca. 10 bis 15 m flach ansteigender Rücken von Grauwacken hin, die nach 70° streichen und mit $\sphericalangle 80^\circ$ nach N. einfallen. Der Abhang ist mit einer lückenhaften Kalkhaube bedeckt, die nach dem Südfuß des Abhanges hin an Mächtigkeit zunimmt. Am Fuß dieses Abhanges nun dehnt sich eine Mulde aus, an deren tiefster Stelle die Pfanne liegt. Rechnen wir nur das Gebiet des Kalktuffs zur Pfanne, so hat dieselbe einen Durchmesser von 350:200 m. Ihre Längsachse läuft parallel dem Höhenrücken. Der eigentliche Pfannenboden, der zum Teil mit Wasser bedeckt ist, hat 300:100 m Durchmesser. Allein auf der Süd-, Ost- und Westseite steigt der den Kalktuff begrenzende Sinterkalk mit sanftem Gehänge an, so daß man unwillkürlich zur „Kalkpfanne“ auch die flache Böschung des Sinterkalks rechnet. Dann hat die Pfanne die stattliche Größe von etwa 800:500 m (Abbild. 14).

Was die Chansepfanne von allen bisherigen Pfannen unterscheidet, ist das **Fehlen des Pfannensandsteins**. Von demselben ist keine Spur nachweisbar, vielmehr besteht der Boden nur aus Chanseschichten. Rötliche Grau-

wacken mit zahlreichen Eisenglanzschüppchen, die zu dünnen Schichten angeordnet sein können und dann oft diskordante Parallelstruktur aufweisen, sowie graue und grünliche quarzitische Grauwacken bilden mit lang dahinstreichenden Schichtköpfen den Boden der Pfanne ebenso wie das Gehänge. Nach Süden hin werden sie von den Kalkschichten überlagert. Die Schichtköpfe der Grauwacken (Fig. 3) streichen nach 70°, die Bänke, d. h. die richtigen Schichten, fallen mit ∢ 80° nach N.N.W. ein. Parallel dem Schichtstreichen verläuft das Hauptkluftstreichen nach 70°. Die Klüfte fallen aber mit 60° nach Süden ein. Neben dieser Klüftung finden wir eine zweite Kluftrichtung, nämlich nach 350°, also fast



Abbildung 14. Die Pfanne von Chanse. Von dem nördlichen Kalktuffrand der Pfanne blickt man nach Süden über den Teich, aus dem Binseninseln aufragen. Im Vordergrund eingetrocknete, mit Kalkinkrustationen bedeckte, daher weiße Pflanzenmassen. Auf der gegenüberliegenden Seite steigen die Kalkterrassen an; anfangs Kalktuff, dann Sinterkalk. Der Buschwald schließt die Kalkfläche ab. In demselben sind zwei Bäume gut erkennbar. Der höchste schirmförmige Baum am Horizont ist eine Acacia horrida, die schwarzen, dicht belaubten, gleichfalls schirmförmigen Bäume (einer genau in der Mitte des Horizontes) sind Mochailachaile Bäume (Dichrostachys nutans). Das Vieh gehört zu der an Rinderpest erkrankten Herde von Herrn Franz Müller.

genau N.—S. Die Kluftebenen dieser Richtung fallen mit 80° nach O. ein. Die 350°-Spalten sind wenig lang und durchsetzen meist nur wenige Bänke. Am schönsten sind sie in den dicken Bänken entwickelt, während sie in Grauwackenbänken mit flaseriger Klüftung (nach 70°) kaum vorkommen. Die kompakten quarzitischen Bänke sind daher in mächtige Quadern zerteilt. Ein drittes stellenweise scharf ausgeprägtes Spaltensystem hat die Richtung von 80° und ein viertes die von 140°.

Wellenfurchen, wie sie auf Grauwacken östlich der Schieferpfanne vorkommen, sind auch hier sehr schön zu beobachten.

Der Sinterkalk überzieht in dünner lückenhafter Lage die Grauwacken des Rückens. Er bildet zu unterst mit eckigen Stücken des liegenden Gesteins eine Breccie, infiltriert auch die Spalten zwischen den Schichtenköpfen und verliert nach oben hin die Gerölle. Er weist weniger Sinterstruktur auf, als vielmehr dicke lamellierte Rinden, die sowohl die Oberfläche der Kalkblöcke, als auch die eingeschlossenen Gerölle überziehen. Der Sinterkalk umfaßt auf der Ost- und Westseite in relativ schmaler Zone den Pfannenrand, nimmt aber auf der Südseite ein beträchtliches Areal ein, das sich etwa 4 km weit südlich der Pfanne ausdehnt.

Von Süden her kommt auch ein ca. 10 m breites und 3 km langes Flußbett, das ganz in hartem Sinterkalk liegt und jetzt völlig trocken ist. Vor der Einmündung in die Pfanne teilt es sich in zwei Arme.

Die Pfannenausfüllung besteht aus mürbem Kalktuff. Er umrandet mit senkrechtem Absturz den Pfannenboden und steigt langsam mit 20—30 cm hohen Stufen gegen den Sinterkalk hin auf.

Auf der Nordseite der Pfanne findet man folgendes Profil, das besonders deshalb von großem Interesse ist, weil hier zum ersten Mal der Verband zwischen Sinterkalk und Kalktuff deutlich erkennbar war. Bisher war die Grenzzone stets von Kalkgeröll oder Sand bedeckt.

a) Der Steilrand am Krater besteht aus einer 1 m mächtigen Masse, die in drei undeutliche Bänke zerfällt. Dieselben bestehen aus mürbem, graugelbem, sandhaltigem Kalktuff, der an Planorbis, Physa und Succinea reich ist, besonders die oberste Bank. Auf die Fläche dieser Bank lagert sich weiterhin
b) eine ca. 20 cm mächtige Tuffbank mit Gastropoden.
c) Etwa 30—40 m vom Steilrand folgen neue Bänke harten gelben Kalks, der sandig ist und Gastropoden enthält. Er ähnelt bereits dem Sinterkalk.
d) 50—60 cm vom Steilrand lagern Bänke sandigen „oolithischen" harten Kalks mit sehr spärlichen Gastropoden. Die „Oolithkörner" bestehen aus Kalkschalen, die um Sandkörner liegen. Ihre Größe ist 1—2 mm. Er geht über
e) in graubraunen harten Sinterkalk mit Rinden und Lamellen, ohne Gastropoden.
f) 80 m vom Steilrand findet man nur harten gelben Sinterkalk. Die einzelnen Schollen sind mit dicken Rinden bedeckt und von Lamellen durchzogen.

Aus diesem Befund geht hervor, daß ein allmählicher Übergang von Kalktuff zum Sinterkalk hin stattfindet. Der Kalktuff wird hart und dicht, Lamellen und Rinden stellen sich ein, die Gastropoden verschwinden, und typischer Sinterkalk entsteht.

Auch an der Pfanne ²Kchautsa C. glaubte ich bereits einen Übergang zwischen dem Tuff und dem Sinterkalk feststellen zu können, nur war der Aufschluß nicht deutlich genug, um diesen allmählichen Übergang als Tatsache erscheinen zu lassen. Besteht solch ein Übergang, dann sind Kalktuff und Sinterkalk voraussichtlich Faziesbildungen und gleichalterig.

Die wasserführende Schicht hier ist der Kalktuff. Das Wasser quillt an dem Steilrand der Nordseite hervor und bildet einen Teich, der für große Rinderherden ausreicht. Es ist kalt und mit Wasserpflanzen dicht angefüllt. Dieselben bedecken die Oberfläche des Teichs als so dichte Decke, daß sich die Feldhühner beim Trinken in Scharen auf sie setzen. Beim Eintrocknen werden sie weiß infolge von Kalkinkrustationen. Schilfgras wächst hier und dort recht üppig. Die Ablagerung in der Pfanne besteht aus einem schwärzlichgrünen Medder, der lediglich aus vermoderten Pflanzenresten, ausgeschiedenem Kalk und mikros-

kopischen, pflanzlichen und tierischen Gebilden, wie Diatomeenschalen u. a. bestehen dürfte. Leider sind auch diese Proben verloren gegangen.

Die Pfanne von ²Kintsa.

²Kintsa liegt 17 km südöstlich von Chanse. Der Weg passiert van Zeyls alte Werft, durchquert dann in 45 Minuten (3.2 km) die Kalkzone der Pfanne von Chanse. Bereits innerhalb derselben treten Blöcke von Grauwacke auf, sogar bereits 5 Minuten hinter van Zeyls Werft. Die Chanseschichten bilden also auch südlich der Pfanne in geringem Abstand von derselben (700—800 m) das Grundgestein dicht unter dem Sinterkalk.

Hinter der Kalkzone folgt rötlicher Sand mit Blöcken von Kalk und Grauwacken. Allmählich beginnen nun niedrige langgestreckte Wälle aus Kalk und Grauwacken, z. T. von rotem Sand bedeckt. Etwa zwischen km 7.3 und 9 passiert der Weg 4 lange Wälle. Dieselben streichen ebenso wie die früheren nach 70°, also parallel dem Streichen der Chanseschichten. Sie bestehen aus Grauwacken mit Kalkhaube und sind 4—5 m hoch. Ihre Länge ist sehr bedeutend, wohl einige Kilometer. Die Grauwacken sind grünlich, weil reich an Epidotkörnern, enthalten also wohl beträchtliche Beimengung von Diabasmaterial (Totingdiabas). An einer Welle war die Lagerung zu bestimmen: Schichtstreichen 70°; ∢ 50° N.N.W., Kluftstreichen 70°; ∢ 90°. Der Kalk besteht aus 10 bis 20 cm dicken Kalkkuchen, die die Grauwacken überziehen. Zwischen den Wällen liegen Mulden roten Sandes, der aber auch Grauwackenstücke enthält. Je weiter wir nach Süden kommen, um so mehr werden die Gesteinswälle von dem roten Sand überwältigt. Bis zum Kilometer 11.4 passiert man 5 solcher versandeter Wälle.

Noch einmal folgt eine Zone roten Sandes mit Blöcken von Grauwacken und Kalk. Letzterer beginnt beim Herannahen an die Pfanne zu dominieren. Am Rande des dichten Kalkgerölls der Pfanne (15.8 km) lag ein Kaffernkraal mit Ziegen und Schafen. Das Kalkgeröll ist auf der Nordseite der Pfanne 1.2 km breit, nach Südosten hin sogar noch ausgedehnter (Fig. 4).

Die Pfanne von ²Kintsa selbst hat einen Durchmesser von 150 m und ist ziemlich kreisrund. Ihre Tiefe beträgt 3—4 m. Der Außenrand besteht aus harten Sinterkalkschollen, der Boden aus Grauwacken. Dieselben sind jedoch nur in zahlreichen losen Blöcken aufgeschlossen, da der größte Teil des Bodens mit schwarzer Erde und Kalkblöcken bedeckt ist. Drei Wassertümpel waren damals vorhanden. Auf der Ostseite findet sich ein halbmondförmiges Stück Kalktuff, das mit 0.75 m hohem senkrechten Rand abbricht und die bekannte Röhrenstruktur besitzt. Es enthält wenig Sandkörner, wohl aber reichlich Gastropoden.

Auf der Ostseite der Pfanne, etwa 50—60 m von deren Rand entfernt, liegt eine kleine runde Pfanne, die etwa 20 m im Durchmesser hat. Der Rand besteht aus harten Sinterkalkschollen, der Boden aus schwarzer Dammerde. Hohe Motswerebäume stehen am Rande. In dieser kleinen Pfanne haben Trekburen einen Brunnen gegraben. Das Loch ist bis zum Wasserspiegel 3.50 m und im ganzen vielleicht 5 m tief, bei einem Durchmesser von 2 m. Dieser Brunnen entblößt ein interessantes Profil (Fig. 4).

Oben liegt eine Schicht schwarzer Dammerde (a), darunter eine 0.50 bis 0.75 m mächtige Masse von Kalkschollen. Es sind rundliche bis ovale Kuchen und Fladen von Kalktuff, mit glatter Außenseite und von Faust- bis Wagenradgröße. Im Innern bestehen sie aus hartem Kalktuff. Die glatte Außenseite beruht auf einer 1 cm dicken lamellierten Rinde, die die Blöcke ganz wie bei den harten Sinterkalkschollen überzieht. Lamellierte Rinden dringen auch in das Innere der Kuchen und verursachen auf der Bruchfläche eine Netzstruktur. Zwischen die Fladen ist von oben her Sand und Erde eingedrungen. Nach

unten hin nehmen die Blöcke an Mächtigkeit ab und gehen allmählich ohne scharfe Grenzen in einen weichen feuchten Kalktuff (c) über, der leicht zu graben und zwischen den Fingern zerreiblich ist. Im Innern besitzt er genau dieselbe Netz- oder besser gesagt Zellenstruktur, wie die harten Blöcke der Oberflächenbank.

Die Erklärung dürfte folgende sein. Der feuchte Kalktuff stellt den ursprünglichen Zustand der Ablagerungen vor und ist weich, weil dauernd feucht geblieben. An der Oberfläche ist er dagegen bis zu 0.75 m Tiefe ausgetrocknet und während des Austrocknungsprozesses unter gleichzeitigem Ausblühen von Kalk erhärtet. Dabei ist der homogene Tuff anscheinend durch Schrumpfung und Konzentration um einzelne Kerne in Knauern, Kuchen, Fladen umgewandelt worden.

Am Kalktuff der Pfannen war solche Bildung von Knauern bisher nicht beobachtet worden. Der Kalk der Nebenpfanne von ²Kintsa nimmt also gewissermaßen eine Zwischenstellung zwischen dem harten Sinterkalk und dem Tuff der Pfannen ein. Auf die Entstehung der Kuchen und Fladen des Sinterkalks wirft der Befund in dem vorliegenden Brunnenloch jedenfalls ein wichtiges Streiflicht. Man möchte glauben, daß auch der Sinterkalk in manchen Fällen ursprünglich als weiche Masse abgelagert worden ist und daß bei bedeutender Mächtigkeit desselben heutzutage noch nur die oberflächlichen Partien erhärtet, die tieferen aber feucht und weich sein mögen.

Die Pfanne von Kuschi.

Fast direkt südlich von Chanse liegt eine Pfanne, die die Kaffern Kuschi (Kaffee) nennen. Der Weg nach derselben führt an van Zeyls Werft vorbei, biegt dann aber nach Süden hin ab und durchquert in 50 Minuten die Kalkzone von Chanse. Bevor man die Laagte erreicht, die die Kalkmasse von S. nach N. durchzieht, tritt Grauwacke zutage. Hinter der Laagte folgt grauer Decksand mit Kalk und Grauwackenschollen. Bereits 1.6 km vor der Pfanne Minyela a tsila, die 6.5 km von Chanse entfernt ist, beginnt Kalkgeröll alles zu verdrängen. 2 Minuten vor der Pfanne kreuzt der Weg eine kleine W.—O. gerichtete Laagte. Die Pfanne, die den wenig ästhetischen Namen Minyela a tsila*) führt, hat einen Durchmesser von 60—80 m. Die Umrandung ist Sinterkalk, die Ausfüllung Erde mit Kalkblöcken. Aus einigen verschütteten Brunnenlöchern stammen große Blöcke roter Grauwacke; letztere bildet also wohl den Boden.

Das Kalkgeröll auf der Südseite der Pfanne ist schmal. Decksand, sowie nach 70° streichende Kalkstreifen, lose Blöcke von Sinterkalk und Grauwacken folgen in buntem Wechsel aufeinander. 4.8 km hinter Minyela a tsila beginnt tieferer grauer Sand mit zahlreichen Schollen von Pfannensandstein, der aber mit dicken Kalkrinden über- und durchzogen ist. Knauern und Brocken von verkieseltem Kalksandstein, der durchaus mit dem Pfannensandstein der Pfannen identisch zu sein scheint, sind von Sinterkalk in Form von Rinden und sandreichem Kalk zu einer Breccie verkittet. Bald überwiegen die verkieselten Stücke, bald der zementierende Sinterkalk. Sicher handelt es sich nicht um eine einheitliche, sondern eine aus verschiedenen Elementen zusammengesetzte Bildung. Auch Quarz und Grauwackenstücke fehlen nicht. Letztere tritt auch häufig in größeren losen Blöcken auf. 6.5 km vor Kuschi erreicht der Weg eine 4—5 m hohe breite Platte, die sich nach Osten hinzieht, während der Westrand von zahlreichen Einschnitten durchfurcht wird. Grauwacken von steiler Stellung bilden den Sockel, darüber liegt eine Platte von Sinterkalk und darüber Sand. Westlich dieser Platte dehnt sich eine weite Niederung aus, die aus rotem Sand

*) Auf holländisch wörtlich: Kack op de pat.

mit Kalk- und Grauwackenschollen besteht. Kalk liegt also sowohl auf der Platte, als im Tal.

Bereits 3.2 km vor Kusehi beginnt das Kalkgeröll der Pfanne aus Sinterkalkschollen, das anscheinend einige Meter mächtig ist. Mehrere flache Nebenpfannen und Vertiefungen werden innerhalb dieser Zone passiert. Die Pfanne selbst ist 300 m lang und 100 m breit. Die Längsachse fällt in die Richtung 310—130°. Die Umrandung ist allseitig 2—3 m hoch ansteigender Sinterkalk. Der Boden besteht zu unterst aus Grauwacken mit einem Kluft- und wohl auch Schichtstreichen von 68° — die Schichtenköpfe treten zum Teil zutage — darüber liegt aber lokal eine 5—10 cm dicke glatte Schicht harten kieseligen Pfannensandsteins, der in der Nähe des Westrandes der Pfanne in hellen, gelblichweißen, sehr harten Chalcedon übergeht. Dieser sowohl als der Pfannensandstein umschließen zahlreiche eckige Brocken der liegenden Grauwacken und infiltrieren die Spalten dieses Gesteins. In der Umgebung der Wasserlöcher, die sich am N.W.-Ende der Pfanne finden, bildet mürber, gelber, sandiger Kalktuff mit Gastropoden den Rand.

Nach Süden hin ist die Kalkzone der Pfanne etwa 800 m breit, nach Osten etwa 1.5 km, nach S.W. dagegen nach Angabe meiner Prospektoren eine Stunde, also ca. 5 km. Ebenso dehnt sie sich nach N.O. weit hinaus, so daß sie von S.W.—N.O. ca. 10 km Länge besitzt, bei einer Breite von 3—4 km.

Bald südlich der Grenze der Kalkzone bedeckt roter Kalaharisand, mit flacher, aber deutlicher Böschung beginnend, das ganze Land.

Zwischen ²Kintsa und Kuschi.

Das Feld zwischen den beiden Wegen von Chanse nach ²Kintsa und Kuschi habe ich an zwei Stellen durchkreuzt, einmal von Minyela a tsila aus nach Südosten hin, und zweitens zwischen ²Kintsa und Kuschi direkt, beide Mal im Dezember 1897.

1.6 km südlich Minyela a tsila verließ ich den Weg und ging in der Richtung 120° vor. Anfangs bestand der Boden aus Decksand mit Kalkschollen und Grauwacken. Nach 20 Minuten (1.5 km) begannen die langen Wälle aus Grauwacken und Kalk, die auch den ²Kintsa-Weg durchqueren. Nach weiteren 2½ km begann tiefer roter Sand, der nach 1.2 km noch anhielt. Dann änderte ich die Richtung und traf, direkt nach O. gehend, in 40 Minuten (3.2 km) den ²Kintsa-Weg nördlich der großen Sandwellen. Die lange Ausdehnung der Grauwackenwälle wurde durch diesen Abstecher nachgewiesen.

Die Entfernung von ²Kintsa nach Kuschi beträgt 12 km. Nach Passieren des Kalkgerölls von ²Kintsa folgt grauer und rötlicher Decksand mit Kalkschollen. Halbwegs zwischen beiden Pfannen schiebt sich von Süden her eine Zunge von Kalaharisand vor, die alles Gestein bedeckt. Dann folgt wieder grauer Sand mit Kalkschollen. Der Weg kreuzt schließlich eine schmale Laagte, die sich in etwa 100 bis 300 m Entfernung rechts vom Wege bis nahe an Kuschi heran hinzieht, um sich dann in dem Kalkgeröll der Pfanne zu verlieren. Letzteres ist auf der Ostseite ca. 1.5 km breit.

Nordöstlich von Kuschi, etwa 5 km entfernt, befindet sich eine andere Pfanne, die ich nicht persönlich besucht habe und deren Namen ich nicht kenne. Sie hat ein Brunnenloch mit etwas Wasser und liegt vielleicht noch innerhalb der Kalkzone von Kuschi. Wahrscheinlich finden sich innerhalb derselben noch zahlreiche kalkumrandete Pfannen mit Sandstein- oder Grauwackenboden, vielleicht auch mit Kalktuff angefüllt, ähnlich der Nebenpfanne von ²Kintsa.

Das Gebiet zwischen Chanse, ²Kintsa und Kuschi ist ganz besonders reich an ²Kabbalöchern. Die ²Kabha ist die Knolle einer kriechenden Bauhinia (B. Burkii), die 7—9 cm lange Klappblätter und große gelbe Blüten hat. Die Ranken der Pflanze kriechen weit über den Boden hin. Die Knolle

hat einen enormen Durchmesser, nämlich bis zu einem Meter. Ihre Oberfläche ist fast horizontal, nach unten und den Seiten hin rundlich bis oval. Sand und Gesteinsboden bedeckt sie ursprünglich. Die Knolle hat aber eine solche Wachstumskraft, daß sie die umgebenden Felsen sprengt und zur Seite schiebt. Infolgedessen sind die großen Knollen von einem Ring aufgerichteter Steine umgeben. Sie wachsen in Kalk, Pfannensandstein und Grauwacke, bevorzugen aber wohl letztere. Die jungen Knollen sind eine angenehme und durststillende Nahrung, die großen Knollen aber hart und holzig, und der anfangs süßliche Geschmack wird beim Kauen scharf und bitter. Sie bilden heutzutage mit die Hauptnahrung der Buschmänner des Chansefeldes.

Die runden Steinringe, die bis 1 m Durchmesser und 0.30 m Höhe erreichen, sind im ganzen südlichen Chansefeld außerordentlich zahlreich, gehen aber über Gautsirra hinaus nur bis halbwegs nach Mankwe.

Von Chanse nach ³Neits-o.

Der Weg nach ³Neits-o führt anfangs am nördlichen Rand der Pfanne von Chanse hin und biegt an deren Westende nach Südwesten ab. Der hier nur wenige hundert Meter breite Kalkgürtel wird durchquert, und dann geht es über rötlichen Decksand mit Schellen von hartem Sinterkalk und Grauwacken hin.

4.8 km. Eine kleine Pfanne mit Kalkboden und Kalkumrandung von 60 bis 80 m Durchmesser wird vom Weg ihrer ganzen Länge nach durchzogen. Nach 2.4 km folgt eine zweite noch größere Kalkpfanne. Bald hinter der ersten beginnt eine ca. 5 km breite Zone, in der wiederholt graue und grünliche Schiefertone, sowie gelbe harte kristalline Kalke zwischen den Grauwackenschichten eingelagert sind. In einer kleinen Pfanne, 8 km von Chanse entfernt, findet sich folgender Aufschluß (Fig. 5), und zwar sind die Schichtenköpfe entblößt. Nur hier und dort werden sie von rötlichem Decksand und Schellen von Sinterkalk verdeckt.

Zwischen die Grauwacken und Sandsteine sind grünliche, blaugraue bis blaugrüne, harte völlig zerklüftete Schiefertone konkordant eingelagert. Sie streichen nach 60—65° und fallen mit ∢ 50—60° nach N. ein. Neben den Schiefern sind harte, splitterig brechende, dichte Kalksteine von rötlicher bis gelblich brauner Farbe bemerkenswert mit Lagen von Eisenspat, die als Leisten herauswittern. Wie ein Handstück zeigt — das einzige, das nicht verloren gegangen ist — ist der Kalkstein schwach verkieselt (G.L. Nr. 267).

Während die Schiefer viele Meter mächtig sind, bilden die Kalke 10 bis 20 cm mächtige Bänke, drei insgesamt. Östlich dieser Pfanne treten auch einmal zwei Kalkbänke in Grauwacken auf. Sie sind hier aber 2—3 und 4—5 m breite Massen, die aus 10—20 cm dicken Bänken zusammengesetzt sind. Die sie trennenden Grauwacken sind 3—4 m mächtig und wallartig hinausgewittert, während die Kalke in Furchen liegen. Hinter der Schieferpfanne folgt beständig Decksand mit Blöcken von Kalk und Grauwacke.

13.6 km hinter Chanse liegt eine längliche Kalkpfanne, dann folgen zahlreiche, nach 70° streichende Wälle von Grauwacken mit Kalkhauben, während in den Mulden roter toniger Sand mit Grauwacken- und Kalkschellen liegt.

16 km. Viel harte grünliche quarzitische Grauwacken mit hartem grauen Verwitterungsboden, rötliche mürbe Grauwacken, Sand, Kalk, Decksand wechseln beständig miteinander ab. An einer Stelle war die Lagerung der Grauwacken festzustellen, nämlich das Streichen 70°, ∢ 50° N. Kluftstreichen 70°.

24 km hinter Chanse passiert der Weg eine schmale gewundene Laagte mit Grauwackenboden und Kalkumrandung. Bis ³Neits-o (35.2 km) hält dieser Charakter des Landes an. Beständig geht es über Ebenen mit Decksand und Blöcken von Sinterkalk und Grauwacken, oder es folgen Wälle von Grauwacken mit Kalkhauben, getrennt durch breite Mulden, aufeinander.

Die Pfanne von ³Neits-o.

Das Kalkgeröll von ³Neits-o ist 400 m breit und besteht aus typischem Sinterkalk mit Sinterstruktur.

Die Pfanne (vergl. das Titelbild) hat einen Durchmesser von ca. 150—200 m und 4—5 m Tiefe. Sinterkalk bildet die Umrandung; der Boden ist nicht aufgeschlossen, vielmehr mit Kalktuff und Geröll bedeckt. Der Tuff mit Röhrenstruktur bildet einen Halbmond, der nur auf der südlichen Seite offen ist, wo die flache, mit Kalkgeröll bedeckte Böschung bis zum Wassertümpel hinabreicht. Der Kalktuff umschließt nämlich einen Teich, der ca. 30 m Durchmesser besitzt und schlammiges, jauchiges Wasser hat. Ein schwärzlich grünlicher vegetabilischer Kalkschlamm bedeckt den Boden. Die im Wasser liegenden Kalkblöcke und die Kalktuffwand sind mit ziegelroter Algenschicht überkleidet.

In ³Neits-o kann man das Verhältnis zwischen Kalktuff und Sinterkalk studieren.

Die den Teich umrandende Kalktuffmasse besitzt einen Steilrand von 1 m Höhe und steigt dann mit flacher Böschung nach außen hin an, und zwar in mehreren Stufen von je etwa 30 cm Höhe. Die Gesamtmächtigkeit des Kalktuffs mag 3—4 m erreichen. 40 m von dem Kalktuffrande entfernt, verwandelt er sich in ein konglomeratähnliches Gestein von gelbem, hartem, etwas sandhaltigem Kalk in mürbem, hellem, sandreichem Kalktuff. Es tritt eine vollständige Mischung zwischen hartem Sinterkalk und mürbem Kalktuff ein. Die konglomeratähnlichen Blöcke bilden knollige wulstige Massen und nehmen nach außen hin an Menge und Größe zu.

Von 80 m jenseits des Kalktuffrandes ab dominiert reiner Sinterkalk. Er besteht aus gelbem, hartem, reinem Kalk mit sehr sandigen Partien. Letztere bilden teils Bänder und Lagen, teils zellige Massen. Kalklamellen umschließen die Sandnester. 1—2 cm dicke Kalkrinden umgeben ferner die einzelnen größeren Kuchen und Knollen.

Innerhalb der reinen Kalktuffmasse, etwa 20 m vom Tuffrand entfernt, haben englische Polizeisoldaten, die von Mafeking über Okwa kamen, im Juli 1897 ein Brunnenloch angelegt, das ich im Dezember desselben Jahres sah. Es zeigte folgendes Profil (von oben nach unten):

0.50 m. Harte Kalktuffbank mit Röhrenstruktur, die ohne scharfe Grenze ganz allmählich übergeht in

0.75 m mürben Kalktuff, ebenfalls zellig, den man ohne Anstrengung mit den Händen zerbrechen kann. Dieser Tuff geht seinerseits ohne deutliche Grenze über in

0.75 m feuchten weichen, leicht zu grabenden Kalktuff, voller Sandröhren, wie der harte Tuff.

Unter ihm liegt in 2 m Tiefe und ungefähr im Niveau des Teichspiegels ein Konglomerat aus faustgroßen Stücken von hartem Sinterkalk, weißem Chalcedon, Chalcedonsandstein und grünlicher Grauwacke in dem weichen Kalktuff.

Dieses Profil weist ähnliche Verhältnisse auf, wie in dem Brunnenloch von ²Kintsa. Oben liegen harte Bänke, die nach unten allmählich in weiche Massen übergehen. Statt der knolligen Massen haben wir aber hier richtigen Röhrentuff. Wäre das Brunnenloch indes 40 und mehr Meter von dem Kalktuff entfernt angelegt worden, so hätte man wohl nahezu das gleiche Profil, wie in ²Kintsa gefunden.

Erwähnung verdient das „Konglomerat“ unter resp. in dem weichen Tuff. Es scheint ein richtiges Konglomerat zu sein, also Gerölle von Grauwacken, Chalcedon, verkieseltem Kalksandstein und Sinterkalk, aber es ist auch nicht ausgeschlossen, daß es Schutt auf primärer Lagerstätte ist, infiltriert und überlagert von Kalktuff. In jedem Falle ist es aber sicher, daß harter Sinterkalk bereits existiert hat, als sich die untersten Kalktuffschichten bildeten. Diese

Tatsache ist interessant, weil ja an anderen Stellen Kalktuff und Sinterkalk ineinander übergehen und anscheinend Faziesbildungen sind. Auch in dem Brunnenloch von Kuke finden wir ja ganze Lagen von Sinterkalkgeröllen in Kalktuff, also dieselbe Erscheinung. Die Gerölle liegen dort in der Mitte der Kalktuffmasse, nicht zu unterst, und auch hier in ³Neits-o steht es nicht fest, daß das Konglomerat direkt auf dem Grundgestein liegt. Es könnte auch hier noch Kalktuff unten lagern, wie in Kuke.

Südöstlich von der Pfanne, etwa 100 m von ihrem Rande entfernt, liegt eine flache Depression mit Sandboden und Sinterkalkumrandung. Ihr Niveau ist erheblich höher als das der Pfanne von ³Neits-o, ähnlich wie bei der Nebenpfanne von ²Kintsa. Ich möchte glauben, daß diese Nebenpfanne in ³Neits-o ebenso mit Kalktuff angefüllt ist, wie die in ²Kintsa, und daß man versuchen sollte, hier ein Brunnenloch zu graben. Wenige Meter nördlich der Hauptpfanne liegt eine zweite Nebenpfanne mit hufeisenförmigem Rand.

Von Kuschi nach ³Neits-o.

Das Land zwischen den beiden Wegen von Chause nach Kuschi und ³Neits-o habe ich einmal durchquert, und zwar von Kuschi über Twankais nach ³Neits-o reisend.

Am 7. Dezember 1897 verließ ich Kuschi mit einem leichten Eselwagen und ging zunächst 3.2 km auf den Weg nach Chause zurück, bis wir das Kalkgeröll hinter uns hatten. Dann bogen wir querfeldein nach N.W. ab. Über rötlichen Sand mit Blöcken von Grauwacke und Kalk ging es zu einer 3 km entfernten Sandwelle mit Kalkfundament. Hinter derselben folgte grauer Decksand mit Kalkschollen. Mittagsrast nach 2½-stündigem Trek.

Nachmittags weiter. Nach ¼ Stunde erreichten wir den Weg, der von Minyela a tsila aus geht und nach der Barolong-Niederlassung Koràbe, südlich von ³Neits-o, führt. Auf diesem Weg ging es bis zur Kalkpfanne Twankais. Die Kaffern nennen sie Pechassoána (d. h. Kalabasse). Wir erreichten sie nach zweistündigem Trek. Decksand mit Kalkschollen bildeten beständig den Boden; erst dicht vor Twankais traten Blöcke von Grauwacken auf. Hier blieben wir bis zum folgenden Morgen.

Die Pfanne von Twankais (Fig. 7) hat einen Durchmesser von 180 bis 200 m, bei 4—5 m Tiefe. Auf der Südostseite bildet Grauwacke die Begrenzung, auf der eine nur wenig mächtige Decke von Sinterkalk liegt. Die Grauwacken streichen nach 65° und sind steil aufgerichtet. Sie enden nach der Pfanne zu, also auf der N.W.-Seite, mit einer S.W.—N.O. streichenden Linie (etwa 50°). Auf dem ganzen Nordwestgehänge bedeckt Sinterkalk in mächtiger Lage das Grundgestein. Erst 100 m vom Pfannenrand tritt wieder Grauwacke zutage. Die Kalkzone hat allseitig eine Breite von 100—150 m. Der ziemlich weite Pfannenkrater ist zum weitaus größten Teil mit einem Geröll von rundlichen Kalkblöcken von Faust- bis Kopfgröße erfüllt. Auch Grauwackenstücke kommen vor. Die Geröllschicht ist im Brunnenloch 3 m mächtig aufgeschlossen. Auf der Nordwestseite des Kraters liegt ganz oben am Rande eine halbmondförmige Schicht von Kalktuff mit Röhrenstruktur. Das Verhältnis zwischen dem Kalktuff und dem Konglomerat war nicht ganz klar zu erkennen. Letzteres ist wahrscheinlich eine ursprüngliche Ablagerung auf dem Boden der Pfanne, über die der Kalktuff sich später ablagerte, nicht aber eine sekundäre Ausfüllung mit Geröll vom Pfannenrand her nach Zerstörung und Entfernung des Kalktuffs. Solche sekundären Geröllmassen sind ja in vielen tiefen Pfannen eine häufige Erscheinung.

Die Pfanne von Twankais liegt also in einer nach 50° streichenden Mulde, deren Untergrund aus Grauwacken besteht mit einem Streichen nach 65°. Ob diese Mulde durch Erosion oder tektonische Bewegung entstanden ist, war nicht zu erkennen. Jedenfalls war die Mulde aber bereits vorhanden, als sich der

Kalk der Pfanne bildete. Übrigens ähnelt die hiesige Pfanne in dieser Hinsicht ihrem Bau nach vollständig der von Chanse, die auch in einer Grauwackenmulde liegt.

Das Brunnenloch, das 3 m tief in die Geröllschicht der Pfanne eingesenkt ist, gibt sehr reichlich Wasser. Es war bei unserer Ankunft mit schwarzer schlammiger Erde erfüllt und mußte gereinigt werden. Das Wasser drang dann aus der Geröllschicht so kräftig heraus, daß sich das Loch bald füllte.

8. Dezember 1897. Am folgenden Morgen brachen wir um 5 h 25 m auf und zogen bis 8 h 41 m durchweg über ebenes Land mit Decksand und Schollen von Kalk und Grauwacke. Halbwegs nach ³Neits-o lag eine Zone von Wellen tiefen rötlichen Sandes, der mit Mohata, Mochonono und anderen typischen Kalaharisträuchern bestauden war. Um 10 h 41 m ging es weiter. Drei lange Wälle aus Grauwacke mit Kalk und Sandhaube wurden im Laufe von 40 Minuten überschritten. In der ersten Mulde verraten zahlreiche Schieferbrocken, daß diese weiche Einlagerung den Boden der Mulde bildet. Die Wälle streichen nach 65°. Es folgt wiederum ebenes Land mit Decksand, Grauwacken und Kalkschollen bis nach ³Neits-o hin. Das Kalkgeröll dieser Pfanne ist auf dieser Seite ca. 800 m breit.

Die Gemarkung ²Nucha.

Hinter der nur 200—300 m breiten Kalkgeröllzone von ³Neits-o beginnt grauer Decksand mit Kalk- und Chalcedonbrocken, nebst großen Kalkschollen. Nach 1.6 km passiert man eine glatte Felsfläche aus Pfannensandstein mit Chalcedonknollen. Auf der Ostseite steigt der Kalkabhang flach an, und zwar auf der Westseite höher, ähnlich wie bei manchen anderen Pfannen mit flach einfallendem Sandsteinboden.

Beständig geht es über grauen Decksand mit Kalkschollen und Blöcken zerfressenen Chalcedons und Pfannensandsteins. Das Land gleicht völlig dem Gebiet zwischen Mankwe und Kuke. Auch die charakteristischen glatten Sandsteinflächen mit Chalcedonknollen treten wiederholt auf. 6 km hinter ³Neits-o liegen flache breite Kalkbuckel, die bis ²Nucha hin den Weg rechts und links begleiten.

²Nucha ist ein Distrikt mit zwei großen Pfannen, die als ²Nucha O. und ²Nucha W. unterschieden werden mögen.

Wir sind hier an der ersteren Pfanne. Dieselbe liegt in einer Senkung von ca. 300 m Durchmesser und hat selbst einen Durchmesser von 90 (S.W. bis N.O.) : 120 m (N.W.—S.O.) und einen Teich von 25 : 70 m Durchmesser. Die Umrandung besteht aus hartem Sinterkalk, der Boden ist nicht aufgeschlossen. Die Ausfüllung ist ein Kalktuff mit typischer Röhrenstruktur. Er bildet einen nur nach S.O. offenen Ring, der mit 1 m hohem, steil abfallendem Rande die Pfütze begrenzt. Wo der Ring sich verflacht, bildet ein grobes Geröll aus Kalkblöcken in grauem Sand das Innere der Pfanne bis an den Teich heran. Schwarzer Schlamm bedeckt den Boden des kleinen Teichs. 200 m nordwestlich liegt in einem ca. 4 m höheren Niveau eine glatte Felsfläche aus Pfannensandstein mit Chalcedonknollen. Sie hat einen Durchmesser von 80 m und ist mit stark sandigem Sinterkalk umgeben, der zahlreiche Stücke von Chalcedon, Pfannensandstein und Chansegrauwacke umschließt.

Südlich der Straße ²Nucha O. und ³Neits-o dehnt sich das Pfannensandsteingebiet noch weiterhin aus und wurde auf zwei Linien durchquert. Einmal machte ich am 9. Dezember 1897 von ³Neits-o einen Ausflug nach der Barólong-Niederlassung Korábe und von dort nach ²Nucha O., sodann reiste ich im Juni desselben Jahres von Okwa über Deibe nach ³Neits-o.

Am 9. Dezember 1897 brach ich zusammen mit einem meiner Prospektoren nach Korabe auf. Wir gingen zuerst in südlicher Richtung über grauen Decksand mit Kalkschollen. Nach 1.5 km begann tiefer roter Sand mit vereinzelten

Kalk- und Grauwackenstücken. Nach 2 km bogen wir nach S.O. ab und über mehrere Wälle roten Sandes mit Grauwacken- und Kalkskelett gelangten wir zu der auf hohem Sandrücken gelegenen Niederlassung Korabe.

Von hier ging's nach ^{2}Nucha O. in W.N.W.-Richtung, anfangs wieder über roten Sand mit Grauwacken und Kalkstücken. Nach 4 km jedoch begann mit einer großen ovalen Kalkfläche, die mit hohen Motswerebäumen bestanden war, das Pfannensandstein- und Kalkland. Hinter der großen Kalkfläche passierten wir den von Okwa kommenden Weg und erreichten, an mehreren Kalkbuckeln vorbeikommend, in weiteren 25 Minuten (2 km) ^{2}Nucha O.

Der Ausflug lehrte, daß das Pfannensandsteingebiet südöstlich der Straße von ^{3}Neits-e nach ^{2}Nucha sehr bald aufhört und durch roten Sand bedeckt wird, unter dem Grauwacken und Kalkschollen nur lokal zutage treten.

Direkt westlich von Korabe liegt eine Pfanne Deibe, die südlichste des Pfannensandsteingebiets von ^{2}Nucha. Ich besuchte sie, wie erwähnt, auf der Rückreise von Sandpits nach ^{3}Neits-o.

2.5 km südlich der Pfanne von Deibe endet der Kalaharisand und -busch, und es beginnt graurötlicher Decksand, in dem schon nach wenigen Minuten Kalkschollen auftreten. 800 m vor Deibe fängt das dichte Kalkgeröll an. Der Weg passiert hintereinander zwei Laagte, die je 6—8 m breit und 1—2 m tief sind. Sie haben eine westöstliche Richtung, liegen ganz in hartem Sinterkalk und enden in einer kleinen Pfanne in dem gleichen Gestein.

Die Pfanne von Deibe (Fig. 8) hat eine ovale Gestalt. Die Durchmesser betragen W.N.W.—O.S.O. 100 m, N.N.O.—S.S.W. 120 m. Die Umrandung ist harter Sinterkalk, der massenhafte Stücke von Chalcedon, Pfannensandstein und Grauwacke umschließt. Fast alle Gesteinsstücke haben verwitterte, mit Eisenhydroxyd überzogene Oberflächen. Der Boden ist Pfannensandstein mit Chalcedonschnüren und -drusen. Er steht mit klobigen Bänken am Nordende der Pfanne an, senkt sich nach Süden hin und wird am Rand der Pfanne von dem Sinterkalk überlagert. Die Ausfüllung besteht aus Kalktuff, der jedoch nur in zwei gesonderten Platten am Südende der Pfanne auftritt. Er hat 30 bis 50 cm Mächtigkeit und die typische zellige Struktur. Sonst ist der Pfannenboden zum größten Teil mit schwarzer humoser Erde bedeckt, die zahllose Kalkblöcke enthält. Die Pfannentiefe mag 3 m betragen. In der Mitte liegen mehrere Brunnenlöcher, von denen das größte $1^1/_2$—2 m Tiefe hat. Die Wände bestehen aus klobigen Bänken von Pfannensandstein, unter ihm liegt Grauwacke; das zeigen die zahlreichen Blöcke dieses Gesteins, die aus dem Brunnenloch stammen. Im Juni 1897 enthielt das Brunnenloch genügend Wasser für ein Dutzend Maultiere.

Von Deibe nach ^{3}Neits-e führt der Weg beständig über grauen Sand mit Chalcedonknollen und Sinterkalkstücken. Man erreicht den Weg von ^{2}Nucha nach ^{3}Neits-o etwa 1.5 km östlich ersterer Pfanne und folgt dann diesem Weg.

Kehren wir nun nach ^{2}Nucha O. zurück. Auf der S.W.-Seite hat diese Pfanne eine 200—250 m breite Kalkzone, dann folgt 3 km lang grauer Decksand mit Kalkschollen, Chalcedonknollen und vereinzelten Felsflächen von Pfannensandstein. Bei km 2.6 tritt eine Bodenschwelle aus Grauwacke mit Kalkhaube auf. Ganz plötzlich beginnt dann 3 km südlich von ^{2}Nucha tiefer roter Kalaharisand.

^{2}Nucha W.

3.2 km westlich von ^{2}Nucha O. liegt eine zweite Kalkpfanne, die auch zum Distrikt ^{2}Nucha gehört. Der Weg dorthin läßt die 200 m westlich ^{2}Nucha O. befindliche Felsfläche rechts liegen und geht anfangs über grauen Decksand mit Kalkstücken, dann nach 1.6 km über harten, braunen, bindigen Grauwackenboden mit losen Grauwackenstücken. 400 m vor ^{2}Nucha W. herrscht wieder grauer Decksand mit Kalkschollen vor.

Der Bau von ²N u c h a W. gleicht genau dem der Pfanne von ²Nucha O. Auch hier eine Sinterkalkumrandung von 120 m Durchmesser und ein Kalktuffring, der mit $1\frac{1}{2}$ m hohem Steilrand einen Teich von ca. 60 m Durchmesser umschließt. Auch hier fehlt der Steilrand an der Südostseite, und es geht dort eine flache, mit grobem Kalkgeröll bedeckte Böschung bis zum Teich hinab.

²Nucha W. wird im Südwesten, Westen und Norden von einem ausgedehnten Kalkgeröll umgeben. Nach S.W. hin hat es eine Ausdehnung von 1.5 km. In dieser Richtung treten 300 m vom Pfannenrand entfernt breite Pfannensandsteinflächen zutage, ebenso nördlich der Pfanne.

Der Weg nach Rietfontein.

Von ²Nucha W. geht der Weg nach Rietfontein in westlicher Richtung ab. 400 m jenseits der Pfanne liegt rechts am Wege eine Pfannensandsteinfläche, die wichtige Verhältnisse aufweist. (Fig. 9.)



Abbildung 15. Zelliger Kalktuff auf einer Fläche von Pfannensandstein, 400 m westlich ²Nucha W.

Die glatte, mit erhabenen Chalcedenknollen besetzte Felsfläche hat einen west-östlichen Durchmesser von 30 m und einen nord-südlichen von 90 m. Die Umrandung besteht aus harten Sinterkalkbänken. Die Sandsteinfläche steigt allseitig nach den Rändern hin flach an. Soweit ist alles, wie gewöhnlich. Auf dem Sandstein liegen nun aber Reste einer Kalktuffdecke, und zwar in der Nähe des Nord- und Südendes. Beide sind etwa 30—40 cm mächtig und bestehen aus stark durchlöchertem Kalktuff. Derselbe ist am Nordende sehr sandig und stellt einen Übergang zum Sinterkalk vor. Beide Tuffarten enthalten Schalen von Gastropoden. (Abbild. 15.)

Dieser Befund zeigt für die vorliegende Fläche mit Sicherheit, daß sie ehemals von einer Kalktuffschicht bedeckt war, von der nur noch Reste vorhanden sind. Mit diesem Fund gewinnt aber auch die Anschauung eine Stütze, daß **alle** Flächen von Pfannensandstein, die ja in sehr großer Zahl auftreten und alle von hartem Sinterkalk umrandet sind, ursprünglich mit Kalktuff bedeckt gewesen sind.

Hinter dieser Pfanne folgt grauer Decksand mit Schollen von Kalk und Knollen von braunem Chalcedon und verkieseltem Sandstein. Stücke zerfressenen Chalcedons sind häufig. Nach 800 m passiert der Weg eine Pfanne mit Pfannensandsteinboden und einer Umrandung von Sinterkalk, der mit Sandsteinblöcken erfüllt ist. Zahlreiche Gerölle von Chalcedon und braunem Chalcedonsandstein bedecken die glatte Felsfläche. Gleich darauf folgt eine zweite ausgedehnte Sandsteinfläche.

3.2 km. Teilweise herrscht tiefer Sand mit zahlreichen Brocken und Knollen von zerfressenem Chalcedon vor. Auch große Blöcke von Sinterkalk und Pfannensandstein treten auf.

4.8 km. Flache Pfanne mit Sandsteinboden und Kalkumrandung. Der Durchmesser beträgt 150 m (N.—S.) : 80 m (O.—W.). In einem engen 2.50 m tiefen Brunnenloch war Mitte Mai 1897 etwas Wasser vorhanden. Die Wände des Brunnenlochs bestanden aus klobig gebanktem, graugrüdichem Pfannensandstein. Diese Pfanne heißt ^{4}G á d a g a.

Es folgt nun beständig grauer Sand mit Schollen von Sinterkalk und Pfannensandstein. Chalcedonknollen bis Faustgröße und darüber liegen massenhaft umher. Die Schollen von Kalk und Pfannensandstein verdienen eine nähere Beschreibung. Äußerlich gleichen sie den gewöhnlichen Kuchen und Fladen des Sinterkalks, denn sie sind mit fingerdicken und oft noch dickeren Kalkrinden umgeben. Im Innern liegt aber eine Masse Pfannensandstein gewissermaßen als Kern. Kalkrinden dringen auch in das Innere des Pfannensandsteinkerns ein. Man gewinnt durchaus den Eindruck, daß Stücke von Pfannensandstein von Kalk umrindet und zusammengebacken worden sind. Anscheinend ist primäres Geröll des Pfannensandsteins mit Kalkrinden und Sinterkalk umgeben worden. Demnach wäre eine ursprünglich vorhandene Decke von Sinterkalk und Kalksandstein lokal verkieselt, zerstückelt und in Geröll aufgelöst worden und später durch den jetzigen Sinterkalk aufs Neue verkittet und umrindet worden. Diese Form des Sinterkalks ist im südwestlichen Chansefeld sehr verbreitet. An der Pfanne ^{4}Gádaga bildet solche Breccie die Umrandung der Sandsteinfläche.

14.0 km hinter ^{2}Nucha W. liegt rechts am Wege eine neue Sandsteinfläche, ^{2}K ú n g k a s i s, in der auch ein Brunnenloch mit etwas Wasser liegt. Die Tiefe des Brunnens beträgt 2.5 m, die Wände bestanden aus klobig gebanktem, teilweise verkieseltem Pfannensandstein.

Nach 15 km beginnt rötlichgrauer Sand alles zu bedecken. Weite Grasflächen mit niedrigen Büschen dehnen sich aus. Hier und da kommen noch Kalkbrocken vor, vereinzelt auch Schollen, allein 20 km hinter ^{2}Nucha W. findet man nichts anderes als den graurötlichen Sand der Kalahari. Die Grenze des Chansefeldes ist also überschritten.

Von ^{2}Nucha W. nach Kwachara ^{3}nei.

Am 12. Dezember 1897 machte ich von ^{2}Nucha W. aus einen Ausflug nach K w a c h a r a ^{3}n e i, einer großen in nordwestlicher Richtung gelegenen Pfanne. Zunächst ging es auf dem Rietfonteiner Wege nach ^{4}Gádaga, dessen tiefes enges Brunnenloch immer noch etwas Wasser enthielt. Dann bogen wir querfeldein nach Norden hin ab. Nach Überschreiten der 150 m breiten Sandsteinfläche von ^{4}Gádaga folgt grauer Decksand mit Schollen aus Breccie von Pfannensandstein in Kalk. Wiederholt passiert man kleine platte Felsflächen aus Pfannensandstein mit Sinterkalkumrandung, sowie flache Kalkbuckel. 1.6 km vor Kwachara ^{3}nei wird der Sand mehr rötlich und enthält neben Kalk Stücke von Grauwacke. Auch Rücken von Grauwacke mit Kalkhauben treten auf. Die Entfernung zwischen ^{4}Gádaga und Kwachara ^{3}nei beträgt 11 km.

Kwachara ²nei.

Die Pfanne von Kwachara ²nei (Fig. 10) ist mit die interessanteste Pfanne im Chansefeld. Sie stellt eine 6—8 m tiefe nierenförmige Einsenkung in Grauwacke vor. Die Länge beträgt 1100 m (N.—S.), die Breite bis zu 500 m (W.—O.). Die Ränder haben in den mittleren Partien eine ziemlich steile Böschung, verlaufen sich aber an den beiden Enden, so daß hier eine flache Böschung auf die Höhe der Ebene führt. Dieser allmähliche Übergang von dem Pfannenboden zur Ebene ist besonders am Südende zu beobachten.

Das Grundgestein der Umrandung besteht aus rötlichen Grauwacken der Chanseschichten, auf denen eine Decke von Schollen und Bänken harten Sinterkalks liegt. Diese ist besonders auf dem westlichen Vorsprung, der die Nierenform bedingte, mächtig und bildet dort einen breiten flachen Buckel über den Grauwacken.

Betreten wir den Pfannenboden vom südwestlichen Ende her, so senkt sich der graue und rötliche Decksand mit Schollen von Kalk mit flacher Böschung zum Pfannenboden herab. Anfangs verdeckt denselben ein Geröll von Kalkblöcken in grauem Sand, gegen die Mitte der Pfanne hin beginnt aber das Grundgestein zutage zu treten. Es sind Grauwacken und grüne tonige Gesteine, die von einer dünnen Lage von Pfannensandstein bedeckt werden. Im ganzen nordwestlichen Ende lagert hingegen eine Kalktuffdecke, die anfangs 0.30—0.50 m mächtig ist, aber nahe dem Ende des Nordwestzipfels zwei Pfannen bildet.

Nun müssen wir die einzelnen geologischen Glieder, die am Aufbau der Pfanne beteiligt sind, noch näher betrachten. Die Grauwacken des Pfannenbodens bilden eine ebene Fläche, und zwar sind die Schichtenköpfe auffallend geglättet. Welches aber ihre Lagerung ist, läßt sich nicht mit Sicherheit erkennen. Zwei Kluftsysteme beherrschen vollständig das Bild. Das eine fällt mit der gewöhnlichen Streichrichtung der Grauwacken im südlichen Chansefeld zusammen, nämlich 70—75° — das sind lange gerade Klüfte. Daneben macht sich noch ein anderes Kluftsystem geltend, nämlich genau in nordsüdlicher Richtung. Diese Klüfte sind besonders da scharf ausgeprägt, wo die 70°-Klüfte schwach entwickelt sind. Die N.-S.-Klüfte setzen fast senkrecht mit geringer Neigung nach O. in die Tiefe. Ob die Grauwackenschichten nach einer der beiden Richtungen streichen, war nicht zu erkennen. Stellenweise schienen die N.-S.-Klüfte richtige Schichtbänke zu begrenzen, an anderen Stellen gewann man denselben Eindruck bei den 70°-Klüften.

Die Grauwacken stehen in der Mitte des Pfannenbodens sowohl, als im ganzen Nordwestzipfel an, hier meist von Kalktuff überlagert. Am Ostrande finden sich nur noch grüne kieselig-tonige Schichten. Es sind hell- und dunkelgrüne, teils weiche, teils harte kieselige handdicke Stücke, die ohne bestimmte Lagerung in einer Masse von kieseligem Pfannensandstein liegen. Sie machen den Eindruck durcheinander geschobener, zerbrochener Schichtentrümmer, deren einzelne Schollen mehr oder weniger ihre ursprüngliche Lage verändert haben. Jedenfalls ist nirgends eine konstante Lagerung zu erkennen, vielmehr scheint ein lockerer Schutt aus Schieferplatten durch Pfannensandstein verkittet zu sein. An einer Stelle, wo die Schichten vielleicht (??) anstehen, streichen sie 40° bis 55° mit ∢ 35° N.W. Da diese grünen Tonschichten Einlagerungen in die Grauwacken vorstellen — wir werden ihre Lagerung in der Pfanne Sseribes kennen lernen —, so würden auch die Grauwacken ebenso streichen. Etwas Positives läßt sich indes darüber nicht sagen.

Über den Chanseschichten liegt, wie gesagt, zuweilen eine dünne, höchstens handhohe Schicht von Pfannensandstein. Es ist teils grauer kieseliger Pfannensandstein, teils gelblicher zuckerkörniger Chalcedon. Lamellierte fingerdicke Chalcedonrinden überziehen den Pfannensandstein sowohl, als die Grauwackenbänke, und dringen in die Klüfte der letzteren ein.

Konkretionen von grünem Chalcedon innerhalb des Pfannensandsteins sind auch häufig. Das hiesige Vorkommen des Pfannensandsteins in dünnen Platten über den Grauwacken erinnert auffallend an das in der Pfanne von Kuschi.

Nach Süden hin wird das Grundgestein von einer Sandmasse bedeckt, die zahlreiche Sinterkalkblöcke umschließt. Letztere sind wohl zum Teil von den Rändern her in das Innere gerollt, und der Sand ist herüber geweht worden. Möglich ist es jedoch auch, daß die Gerölle zum Teil ursprünglich in Kalktuff eingeschlossen gewesen und nach dessen Entfernung auf dem Pfannenboden liegen geblieben sind, wie es am Nordende der Pfanne, wo Kalktuff noch erhalten ist, tatsächlich der Fall ist.

Im ganzen Nordwestende bedeckt nämlich eine Schicht von Kalktuff mit Röhrenstruktur und Gastropoden die Grauwacken; nur lokal treten letztere zutage An dem äußersten Ende finden wir zwei Pfannen (Fig. 11). Die westliche hat einen Durchmesser von 20—30 m, Grauwackenboden und Kalktuffumrandung von ca. 1 m Höhe. Die östliche liegt in demselben Niveau und war ursprünglich auch eine Pfanne von 50—60 m Durchmesser mit Kalktuffrand und sandig-kalkiger Erde als Boden. Diese Pfanne wurde nun im Jahre 1896 durch eine 4 m tiefe Brunnengrube, die F. Müller und Mc'Donald für ihr Vieh anlegen ließen, aufgeschlossen. Als 4 m hohe und 10 m breite senkrechte Wand erhob sich die westliche Begrenzung der Grube, während von Osten her eine flache Böschung einen Zugang fürs Vieh gestattete. Die senkrechte Wand zeigte folgendes Profil:

Oben 0.60 m harter, knolliger und zelliger Kalktuff.
3.20 „ weicher, gelblicher, feuchter Kalktuff, zu unterst mit faustgroßen Geröllen von Sinterkalk und Grauwacke.
0.20 „ zerklüftete Grauwacke.
4.00 m.

Aus diesem Profil ersehen wir dreierlei:

Einmal liegt die sekundäre Pfanne in einer mindestens 4 m tiefen Aushöhlung in den Chansegrauwacken, die an der Oberfläche einen Durchmesser von nicht mehr als 60—70 m besitzt. Diese Aushöhlung war unzweifelhaft vor der Ablagerung des Kalks vorhanden.

Sodann sehen wir, daß die Ausfüllung der Pfanne mit einer Geröllschicht von Sinterkalk in weichem Kalktuff begann. Harter Sinterkalk war also bereits vorhanden, als die Kalktuffbildung einsetzte. Wir werden hier an die Verhältnisse in dem Brunnenloch von ³Neits-o und Twankais erinnert.

Drittens sehen wir, daß hier, wie in ³Neits-o, ²Kintsa und Kuke nur die oberste ausgetrocknete Kalktuffschicht hart und gesteinsartig ist, die durchfeuchteten Schichten dagegen weich und erdig sind.

Wir haben also hier in Kwachara ³nei eine 6—8 m tiefe, allseitig geschlossene nierenförmige Vertiefung in der mit Kalk bedeckten Grauwackenebene, und in derselben sind kleinere sekundäre Kessel eingesenkt. Wie diese geschlossenen Hohlformen entstanden sind, wollen wir vorläufig nicht erörtern.

Westlich von Kwachara ³nei dehnt sich das Kalkgeröll etwa 300—400 m weit aus, dann folgt rötlicher Sand mit Kalkschollen, die z. T. recht zahlreich auftreten. 8 km westlich liegt, 250 m rechts vom Wege nach Rietfontein, eine kleine runde Pfanne von 1.50 m Tiefe und 80 m Durchmesser. Die Umrandung sowohl als der Boden bestehen aus Sinterkalk. Auf dem Boden befindet sich ein 3 m tiefes Brunnenloch, in dem zu oberst, insgesamt 1.20 m mächtig, drei Bänke harten sandigen Kalks liegen, darunter vertikal zerklüftete Grauwacken. Wasser befand sich Ende Mai 1897 in 3 m Tiefe. In den unteren Partien enthielt der Kalk zahlreiche Stücke von Grauwacke und grünem, kieseligem Tonstein, wie er in der Pfanne von Kwachara ³nei vorkommt.

Interessant ist es zu sehen, daß hier nicht Kalktuff, sondern ausschließlich harter Sinterkalk die Ausfüllung der Pfanne bildet.

Der rötlich graue Sand mit Kalkschollen hält etwa bis 3 km westlich der eben beschriebenen Pfanne an. Letztere treten immer spärlicher auf, und schließlich verdeckt der graue Sand alles Gestein.

Von Kwachara [3]nei nach [2]Kchautsa W.

Das Kalkgeröll von Kwachara [3]nei hat im Osten eine Breite von 400 bis 500 m. Dann folgt graurötlicher Sand mit vereinzelten Kalkschollen. Nach 1.6 km treten Granwackenblöcke in Roterde auf, die zum Teil Verwitterungsprodukt der Grauwacken, zum Teil übergewehter Sand ist. Kalkblöcke fehlen fast ganz und fangen erst ca. 3.2 km hinter Kwachara [3]nei wieder an. Es sind Fladen von hartem Sinterkalk.

5 km: Große Mengen harter Sinterkalkschollen in geschlossenen Massen. Der Sand ist hier hell und grau. Auch passiert der Weg eine talartige Senkung. Bald herrscht jedoch wieder Roterde mit reichlichen Grauwackenstücken und wenig Kalk vor. 11.2 km: Viel bläulichgraue quarzitische Grauwacken mit roter Verwitterungsrinde treten auf. Dünne Eisenglanzbänder verraten die Schichtung des Gesteins. Diskordante Parallelstruktur und Wellenfurchen sind sehr schön zu beobachten. Das Streichen der Bänke ist 85°, die Lagerung saiger. Kurz vor Sseribes (13.6 km) kreuzt den Weg in S.—N.-Richtung eine 3—4 m tiefe, 200 m breite flußbettartige Depression. Gelber Sand mit breiten Platten harten Sinterkalks bildet Boden und Gehänge dieser Laagte. Gleich hinter derselben liegt, 150 m nördlich des Weges, die interessante Pfanne von Sseribes.

Die Pfanne von Sseribes (Fig. 12) hat eine Länge von 300 m (S.S.W. bis O.N.O.) und eine Breite von 150 m (N.N.W.—S.S.O.). Am westlichen Ende schließt sich nach Norden hin eine kleine Nebenpfanne an, die in direkter Verbindung mit der Hauptpfanne steht. Die Tiefe beträgt 2—3 m. Die Umrandung besteht aus hartem Sinterkalk über den Grauwacken. Der Boden ist zum größten Teil freigelegt. In langen Linien streichen die Schichtenköpfe der Grauwackenbänke nach der Richtung 70—75°. Lange gerade Klüfte begrenzen die Bänke, die wirkliche Schichtbänke vorstellen. Denn zwischen die Grauwacken sind an zwei Stellen 20 und 50 cm mächtige Bänke des in Kwachara [3]nei beobachteten, dunkel und hellgrün geschichteten, kieseligen Schiefertons eingelagert.

Fast senkrecht zur Schichtung verläuft ein zweites Spaltensystem, nämlich nach 350—170°. Diese Spalten sind ebenfalls sehr deutlich ausgebildet und sondern stellenweise das Gestein in deutliche Bänke.

Der Boden der Nebenpfanne besteht ebenfalls aus Grauwacken von demselben Streichen wie in der Hauptpfanne. Eine Pfannenausfüllung ist nur auf der Nordseite der Hauptpfanne und um die ganze Nebenpfanne herum vorhanden. Es ist eine ca. 1½ m mächtige Schicht von mürbem, tuffartigem Sinterkalk mit Röhrenstruktur und Gastropoden. Mit senkrechten Wänden bricht er ab und steigt in Stufen von 30—40 cm Höhe nach dem Pfannenrande hin an.

Der sandige Kalktuff enthält namentlich in den liegenden Partien eckige Stücke von Grauwacke und geht nach den Rändern hin in harten Sinterkalk über.

In der Nähe des östlichen Randes der Nebenpfanne befindet sich in den Grauwackenboden eingesenkt ein flaches Brunnenloch, das sowohl im Mai als im November 1897 Wasser enthielt.

2.4 km W.S.W. von Sseribes liegt eine kleine Pfanne von 100 : 130 m Durchmesser. Die Umrandung besteht aus hartem Sinterkalk mit einem breiten Gürtel von Kalkgeröll. Den Boden bildet Grauwacke. Kalktuff ist innerhalb des Kessels in Form einiger Platten vorhanden. In der Mitte der Pfanne liegt eine verschüttete Grube, die jetzt mit einem Geröll von Grauwacken und Kalk

ausgefüllt ist. Anscheinend ist es ein altes Brunnenloch in den Grauwacken des Bodens.

Ich habe diese Pfanne nur einmal flüchtig besucht, am 26. November 1897, auf der Rückreise von Gobabis her. Damals ritt ich von Kwachara ³nei direkt nach dieser Pfanne. Der Weg führte in nordöstlicher Richtung beständig über roten Sand, mit Schollen von Sinterkalk und Grauwacken. Auch ganze Buckel von Grauwacke mit Kalkhaube fanden sich. Lange, gewundene, flußbettartige Senkungen wurden passiert, die ehemals sicherlich Wasser geführt hatten. Nach 2¼ Stunden erreichte ich die Pfanne.

Kehren wir nach Sseribes zurück.

Hinter der nur 200 m breiten Kalkgeröllzone der Pfanne von Sseribes beginnt Grauwacke mit rotem, sandigem Verwitterungsboden. Auch Kalkschollen treten auf. Nach 800 m bleibt rechts am Wege eine Kalkpfanne von 300 bis 400 m Durchmesser liegen, die gänzlich mit Blöcken harten Sinterkalks bedeckt ist. Der Kalk hört dann ganz auf, Grauwackenblöcke und roter Verwitterungsboden derselben herrschen überall. Das Land ist teils eben, teils von langen Grauwackenwällen durchzogen. Flache kesselförmige Senkungen sind gleichfalls nicht selten. Der Boden dieser, wie der Mulden, besteht aus rotem lehmigen Sand, der teils Verwitterungsprodukt, teils Decksand ist.

8 km hinter Sseribes liegt rechts am Wege eine pfannenförmige Senkung mit Granwackenboden ohne allen Kalk. Erst wenige hundert Meter vor ²Kchautsa W. tritt derselbe wieder auf und schnell entwickelt sich das holprige Geröll der Kalkschollen, das um so ärger wird, je mehr man sich der Pfanne selbst nähert.

²Kchautsa W. und der Weg nach Chanse.

Die **Pfanne von ²Kchautsa W.** hat einen Durchmesser von 80 m. Ihre Tiefe ist erheblich, nämlich 6 m. Die Umrandung besteht ganz aus hartem Sinterkalk, während der Boden nicht aufgeschlossen ist. Die Ausfüllung ist mehr mürber, sandiger Kalktuff mit Gastropoden, weniger sandarmer Tuff mit Röhrenstruktur. In den obersten Partien ist der Kalk durch vegetabilische Substanz zum Teil dunkelgrau gefärbt. Er bildet Bänke mit Steilrand, wird aber, besonders auf der Südseite, von einem Geröll loser Kalkblöcke in schwarzer Erde bedeckt. Solches Geröll nimmt auch das Innere der Pfanne um die Wasserlöcher herum ein, die einige mit schlammigem Wasser erfüllte Tümpel bilden. Ein sehr enges, ca. 1.5 m tiefes Brunnenloch mit gutem Trinkwasser liegt auf der Südseite, auf halber Höhe des Abhanges. Der Wassergehalt der Tümpel war so reichlich, daß es für eine mehrere hundert Stück Großvieh zählende Herde des Händlers Mc'Donald während der ganzen Trockenzeit des Jahres 1897 vollständig genügte.

400 m nordwestlich von ²Kchautsa liegt eine Nebenpfanne, die ebenfalls ganz aus Kalktuff besteht. Sie hat einen Durchmesser von 100—120 m und eine Tiefe von ca. 3 m. Die Umrandung ist harter Sinterkalk, der Boden nicht aufgeschlossen. Die Ausfüllung der Pfanne ist interessant. Sie besteht teils aus hartem Kalktuff mit Röhrenstruktur, teils aus hartem sandigen Kalktuff, der in harten Sinterkalk übergeht. Alle diese verschiedenen Kalke enthalten Gastropoden. Auch in dem typischen harten Sinterkalk außerhalb der Pfanne finden sich zuweilen Schalen von Physa und Succinea. Es besteht also ein vollständiger Übergang vom weichen Kalktuff zum harten Sinterkalk. Im Inneren der Pfanne verdeckt ein Kalkgeröll mit schwarzer Erde z. T. die Tuffausfüllung. Neben Kalktuff und Sinterkalk findet man in diesem Geröll **Blöcke von hartem, dichtem, fast marmorartigem Kalk**, wie er bisher noch nicht angetroffen worden ist. Er enthält wenig Sandkörner und dürfte eine lokale Ausbildung des Kalktuffs innerhalb der Pfanne sein.

Das Sinterkalkgeröll dehnt sich von dieser Nebenpfanne ab noch 300 m nach N.W. hin aus. Dann beginnt Roterde und Sand mit Kalkschollen und Grauwackenstücken. Wälle und Platten von Grauwacke mit Kalkdecke und breite Mulden aus Roterde wechseln beständig untereinander ab. Der Kalk auf den Grauwackenwällen besteht zum größten Teil nur aus lamellierten Rinden oder er ist mehr mehlig, als wäre er durch den Verwitterungsprozeß teilweise aufgelöst und beim Verdunsten des Wassers pulverig abgeschieden worden.

Nordnordöstlich von ²Kchautsa W. (ca. 400 m) liegt eine flache Pfanne, deren Boden aus graugrünlichem Pfannensandstein besteht. Der Durchmesser ist 80 : 150 m. Der größte Durchmesser hat N.—S.-Richtung. Die Tiefe beträgt ca. 1—1.5 m. Harter Sinterkalk umgibt die platte Felsfläche. Letztere besteht aus typischem Pfannensandstein mit schwarzbraunen, knolligen, plattigen und leistenförmigen verkieselten Partien oder fast reinem Chalcedon. Auch durchziehen Lamellen von Chalcedon masseuhaft den Sinterkalk. Brocken von Grauwacke sind gleichfalls zahlreich und ragen z. T. als eckige Stücke heraus. Auf dem Sandstein liegen ferner dünne Platten von Kalktuff als letzte Reste einer ehemaligen geschlossenen Decke.

Etwa 100 m nordöstlich der Pfanne verdrängt roter Decksand alles Gestein. Nur hier und da treten Kalkschollen zutage, namentlich an ²Kabbalöchern. Breite Mulden roten Decksandes, von langen Wällen aus Grauwacke mit Kalkhaube getrennt, folgen aufeinander. Etwa 5 km N.O. von ²Kchautsa W. liegt innerhalb einer flachen Mulde eine Laagte, die unzweifelhaft durch fließendes Wasser ausgewaschen worden ist. Sie hat eine W.S.W.—O.N.O.-Richtung und eine sehr schwankende Breite von 30—200 m. Die Ufer bestehen aus Grauwacke, die jedoch zum größten Teil von einer Kalkdecke verhüllt wird. Der Boden ist grauer tonig-kalkiger Sand, nahe den Gehängen auch Roterde mit tiefen Erdferkellöchern. Daß diese Laagte durch fließendes Wasser gebildet worden ist, kann kaum zweifelhaft sein, und es ist trotz ihrer geringen Ausdehnung doch bemerkenswert, weil eben Spuren von unzweifelhafter Erosion durch fließendes Wasser hier so sehr selten sind.

Von dieser Laagte aus wandte ich mich nach Süden hin zu dem Wege, der von ²Kchautsa W. nach Chanse führt. Derselbe führt von ²Kchautsa aus anfangs durch das Kalkgeröll der Pfanne. 60 m östlich derselben folgt eine kleine Nebenpfanne mit Umrandung von Sinterkalk und grauem Sandboden. Dahinter liegt ein Wall aus Grauwacke mit Kalkdecke.

Jenseits desselben folgt eine Mulde, die folgende Beschaffenheit hat. Sie ist in ein Plateau aus Grauwacken mit Kalkdecke eingesenkt, das im allgemeinen 3—4 m, am Ostende jedoch ca. 8 m hoch den Muldenboden überragt. Letzterer hat am Westende eine Breite (N.—S.) von 500 m, am Ostende von nur 100 m, während die Länge 4 km beträgt. Der Boden der Mulde besteht aus rotem Sand, der mit Verwitterungsprodukten der Grauwacken durchmischt ist. Kalk bedeckt aber auch hier, wie in den meisten Mulden, den Grauwackenboden. Denn Kalkschollen treten da, wo der Decksand wenig mächtig ist, auch innerhalb der Mulden zutage. Außerdem haben Termiten und Ameisen Kalkerde und -brocken an vielen Stellen aus der Tiefe heraufgeholt. Kalk bedeckt also die Grauwacken auf den Wällen und in den Mulden.

Genauer aufgenommen wurde ein Profil durch das schmale Ostende der Mulde. (Fig. 13.) Der Wall, der die Mulde auf der Nordseite begrenzt, bildet zu gleicher Zeit den Südrand einer zweiten noch ausgedehnteren Einsenkung. Er besteht auf seiner Nordseite aus harter, grünlicher, quarzitischer Grauwacke, deren Schichten steil aufgerichtet sind. Auf der Südseite finden sich dagegen rötlichgraue, gleichfalls quarzitische Grauwacken. Dieser Sockel ist 1.5 m hoch. Darüber liegt eine Kalkdecke, die 2—2.5 m hoch ansteigt, allein nicht in ihrer gesamten Mächtigkeit aus Kalk besteht. Vielmehr steigt die Grauwacke auch unterhalb des

Kalks kuppelförmig an, so daß letzterer, im Querschnitt gesehen, gleichsam eine Haube auf dem Grauwackenkopf bildet. Das ist bei allen Wällen zu beobachten, die eine nur dünne lückenhafte Kalkhaube besitzen. Auf der Höhe dieses Walles tritt in der Tat zwischen den Kalkschollen rötlicher Sand mit zersetzten Brocken der liegenden Grauwacken auf.

Der Kalk besteht zum größten Teil aus dicken lamellierten Rinden, ferner hartem Sinterkalk in rundlichen Kuchen, auch der mehlige, mürbe Kalk fehlt nicht.

In der hier nur 100 m breiten Mulde liegt ein roter Decksand mit Brocken von Kalk und zersetzter Grauwacke. Kalkerde ist von Termiten aus einer Tiefe von vielleicht 1—2 m heraufgebracht worden, größere Kalkschollen treten innerhalb der Mulde wiederholt zutage.

Auf der Südseite erhebt sich eine ca. 8 m hohe Platte, die zu unterst aus Grauwacken besteht. Darüber folgt eine Breccie aus Grauwacken in Kalk, zu oberst nur Kalk, und zwar Sinterkalk mit dicken Rinden. Er herrscht auf der Höhe vollständig. Allerdings tritt an der Oberfläche auch etwas grauer Sand auf, der indes z. T. wohl hinaufgeweht sein dürfte.

Diese Kalkplatte begrenzt die Mulde auf ihrer Südseite und erstreckt sich weit nach Osten hin, nämlich als Begrenzung der erwähnten zweiten Mulde, in die der Weg nach Chanse nach Überschreitung des langen schmalen Rückens eintritt.

An diesen Mulden ist besonders bemerkenswert, daß sie allseitig von niedrigen Höhen eingeschlossen, also in die Grauwackenplatte eingesenkt sind. Solche Mulden sind im Chansefeld in großer Zahl zu beobachten, oft nur wenige hundert Meter lang und oval, oft aber auch viel größer und lang gestreckt.

Der lange in der Richtung 85° streichende schmale Wall, der beide Mulden trennt, wird ungefähr nach 4.8 km überschritten. Die neue Senkung ist ein kaum 200 m breites Tal, das aber eine Länge von etwa 8 km besitzt. Es beginnt nahe der Geröllzone von ²Kchautsa, und der Weg nach Chanse läuft etwa noch 4 km in ihm entlang bis zu seinem östlichen Ende hin. Dieses Tal ist anscheinend eine ebenso geschlossene Mulde, wie die erste Depression. Auch der geologische Bau ist genau der gleiche.

14.3 km hinter ²Kchautsa W. verläßt der Weg diese lange schmale Einsenkung. Es folgt nun Grauwackenland mit langen Wällen und Mulden, die jedoch nicht mehr die Regelmäßigkeit und auch nicht mehr die Ausdehnung der vorigen haben. Als ich Ende Juni 1897 zum zweiten Mal von ²Kchautsa nach Chanse ritt, verließ ich wiederholt den Weg und fand auf der Südseite mehrere sehr schöne langgestreckte Mulden, die ganz geschlossen waren und den bekannten Bau hatten. Die Streichrichtung der Grauwacken ist im allgemeinen W.S.W.—O.N.O., fällt mit der Längsachse der Mulden und Wälle zusammen und scheint überall bei ihrer Entstehung eine wichtige Rolle gespielt zu haben.

Die zweite Hälfte des Weges nach Chanse besteht ganz ausschließlich aus rotem Decksand mit Kalkschollen und Grauwackenstücken. Wälle aus letzterem Gestein kommen wiederholt vor, sind aber wenig markant. Der Weg verläuft der Hauptsache nach in einer breiten Mulde. Erst kurz vor Chanse selbst werden wieder Rücken und Platten von Grauwacke mit Kalkhaube passiert, und zwar ist es die westliche Verlängerung des Rückens, der die Pfanne von Chanse auf der Nordseite begrenzt.

Von ³Neits-o nach ²Kchautsa W.

Am 9. Juni 1897 reiste ich von ³Neits-o nach Chanse über ²Kchautsa W., anstatt direkt nach Chanse zu gehen. Der Fahrweg folgt eigentlich zuerst ca. 4 km weit dem direkten Wege von ³Neits-o nach Chanse und biegt dann erst nach Norden hin ab. Unter Führung eines Buschmannes ging ich aber direkt in der Richtung auf ²Kchautsa W. zu und traf erst nach 6.4 km den Wagenweg.

Nach Passieren der Kalkgeröllzone von ³Neits-o beginnt rötlicher Decksand mit Brocken von Kalk, Grauwacke, Quarz und Chalcedon. Kalkschollen und Grauwackenstücke sind lokal zahlreich. 4 km hinter ³Neits-o blieb etwa 400 m rechts von unserem Wagen eine ausgedehnte Kalkfläche mit hohen Motswerebäumen liegen. Östlich von ihr verläuft der eigentliche Weg.

Nach dem Erreichen desselben (6.4 km) setzt sich der rötliche Decksand mit Kalkschollen und Grauwacken anfangs noch fort, bald treten aber Wälle und Platten von Kalk und Grauwacken auf, zwischen denen Mulden mit rotem Decksand liegen, unter dem auch Kalk und Grauwacke zum Vorschein kommen.

11.6 km. Rechts am Wege liegt eine Kalkpfanne. Es ist eine flache, runde Schüssel ohne Steilrand von ca. 150 m Durchmesser. Die Tiefe ist ca. 2 m, die Umrandung harter Sinterkalk. Auf dem Boden der Pfanne, der nicht aufgeschlossen ist, liegt Erde mit Blöcken von Sinterkalk mit Gastropoden. In einem 2 m tiefen Brunnenloch, das etwas Wasser enthält, lag unter 1 m Erde mit Kalkgeröllen eine ebenso starke Bank knolligen Sinterkalks. Derselbe bestand aus Stücken von Grauwacken, Pfannensandstein und hartem gelben Sinterkalk in mürbem sandigen Kalktuff. Letzterer ist ein Mittelding zwischen dem sandarmen Kalktuff und dem harten Sinterkalk. Das Kalkgeröll dieser Pfanne hat eine Breite von etwa 200 m nach allen Seiten hin. Weiterhin folgen wieder zahlreiche Stücke von Grauwacken und Kalk; sowie Mulden mit rotem Sand. Etwa 2.4 km vor ²Kehautsa passiert man besonders zahlreiche Rücken. Das Profil auf Blatt 15, Fig. 14 ist in dieser Gegend aufgenommen worden.

Der Kalk der „Kalkhauben" auf den Grauwackenwällen besteht zum größten Teil lediglich aus lamellierten Rinden, die mehrere Zentimeter stark sein können, oder es ist mürber, mehliger, gelblicher oder weißer Kalk mit wenig Sand. Er enthält zahlreiche Brocken des liegenden Gesteins und hat anscheinend sehr starke Veränderungen — Auflösung und Wiederabscheidung — erfahren. In den Mulden liegt durchweg roter Decksand mit reichlichen Zersetzungsprodukten der Chanseschichten, mit Kalkbrocken und Kalkschollen.

Die Rücken und Mulden enden vor ²Kehautsa W. Etwa 800 m südlich der Pfanne liegt noch ein flacher Hügel als letzter Ausläufer. Er ist ca. 5—6 m hoch und hat 100 m Durchmesser. Obwohl zum größten Teil mit rotem Decksand bedeckt, tritt das Grundgestein doch in zahlreichen losen Blöcken zutage, unten Grauwacken, oben Kalk. Von hier aus erstreckt sich eine Fläche von rotem Decksand bis zum Kalkgeröll von ²Kehautsa.

Die Nordgrenze des südlichen Chansefeldes gegen das Sandfeld.

An zwei Stellen habe ich die Begrenzung des südlichen Chansefeldes nach Norden hin kennen gelernt, nämlich einmal bei Chanse selbst, sodann nördlich von Sseribes.

Der Weg nach der Groot-Laagte verläßt Chanse nahe der Stelle, wo die Straße nach ²Kehautsa W. abgeht. Er führt 400—500 m über Kalkgeröll hin, dann beginnt rötlicher Sand mit vereinzelten Kalkschollen. Mehrere flache, nach 70° streichende Wälle aus Grauwacken mit Kalkhaube treten zwischen dem 1—3 km auf. Nach 3.6 km bedeckt roter Decksand alles. Zwei kleine Kalkpfannen mit Sinterkalkumrandung liegen dicht hintereinander ca. 4.8 km von Chanse entfernt. Dahinter kommt eine 500 m breite flache Senkung, die auf der Westseite geschlossen ist und sich weit nach Osten hinzieht. Sie ist mit rötlichem Sand erfüllt. Drei Grauwackenwälle folgen. Bis ca. 10 km hinter Chanse zeigt sich nun nur noch Sand mit vereinzelten Grauwackenstücken. Zwei tiefe Sandpfannen bleiben rechts vom Wege liegen. Bei km 9.6 tritt westlich eines flachen Buckels, der ganz mit Sand bedeckt ist, aber in der Tiefe aus Grauwacken und Kalk

bestehen dürfte, noch einmal Grauwacke in Blöcken auf. Dann verhüllt der Kalaharisand alles, und bis zur Groot-Laagte tritt kein Gestein wieder zutage.

Das Grauwackenland taucht hier also allmählich unter die Sanddecke. Anfangs treten die Gesteinswälle noch aus dem Sand heraus, dann werden sie von ihm überschüttet und verschwinden schließlich ganz. Eine weite Sandebene tritt an die Stelle der Wälle und Mulden des Chansefeldes.

Von Sseribes aus unternahm ich am 22. Dezember 1897 einen Ausflug nach Norden, um den Übergang des Chansefeldes zum Kalaharisand festzustellen. Am 21. Dezember war ich von Chanse nach ²Kchautsa W. geritten, hatte dort übernachtet und ritt am frühen Morgen nach Sseribes weiter. Von dort schlug ich die Richtung 15° ein und verfolgte sie 10 km weit. Nachdem eine 3.2 km breite Ebene roten Decksandes passiert war, überschritt ich drei sehr deutlich ausgeprägte Grauwackenwälle von 3—6 m Höhe. Es folgte wieder eine Ebene und dann 4 lange Wälle von 3—4 m Höhe. Von diesen 4 Wällen war an den beiden ersten unter dem hohen Sande noch etwas Kalk und Grauwacke nachweisbar, die beiden letzteren waren vollständig von rotem Sand überwältigt. Die Wälle streichen alle nach 70°, also parallel den Grauwacken im Chansefeld. Vom letzten Wall aus, der 9.6 km von Sseribes entfernt liegt, blickt man über eine weite Ebene rötlich grauen Sandes, der anfangs noch kleine Kalkschollen enthält, die aber bald verschwinden. Auf dem Rückweg, der mehr östlich führte, passierte ich dieselben Wälle nochmals und erreichte halbwegs zwischen Sseribes und ²Kchautsa W. die Straße.

Das Gesteinsfeld endet hier also ähnlich wie bei Chanse, indem die Grauwackenwellen vom Sand überwältigt werden.

Kapitel XV.

Das Chansefeld.

(Rückblick.)

Die Gesteinsinsel des Chansefeldes ist eine Ebene ohne Hügel, ohne Plateaustufen. Nur unbedeutende Gesteinswälle und eingesenkte Mulden bringen in das flache Land einige Abwechslung. Indes ist die Ebene keine wirklich horizontale Fläche, sondern sie steigt von N.O. nach S.W. an. Das nördliche Chansefeld hat eine Höhe von 1070—1090 m (Kuke 1075, Kubi 1090 m), also etwa die gleiche Höhe wie die Ebene am Südfuß der Mabäle a pudi-Berge (1080 m).

Das südliche Chansefeld dagegen hat eine Meereshöhe von 1180—1190 m (Chanse und ³Neits-e 1190 m; ²Kchautsa W. 1180 m). Für das mittlere habe ich selbst keine Höhenmessung, wohl aber gibt die Langhans'sche Karte 1167 m für Gautsirra (Keriki), 1144 m für Ssebiches Pan, d. h. ²Kchautsa O. Da nun nördliches und südliches Chansefeld ohne Stufe durch eine Ebene verbunden sind, dürfte der mittlere Teil wohl eine Höhe von rund 1150 m haben.

Das Chansefeld weist außerordentlich interessante geologische Verhältnisse auf, die für die allgemeine Auffassung von der Kalahari wichtig sind. Um so bedauerlicher ist es, daß die Gesteinssammlung dieses Gebiets verloren gegangen ist. Wenn ich auch durch Vergleich mit den Gesteinen anderer Gegenden, die untersucht worden sind, persönlich mit Sicherheit die Chansegesteine bestimmen zu können glaube, so wäre der direkte Nachweis der Übereinstimmung doch ein wesentlicher Vorteil.

Wie im Ngamirumpf hat man Grundgestein und Deckschichten zu unterscheiden.

I. Das Grundgestein.

Dasselbe ist hier ganz wesentlich einfacher zusammengesetzt, als dort. Denn Ngamischichten wurden nicht beobachtet, sondern nur Gesteine der Chanseschichten.

1) Die Chanseschichten.

Rötliche, graue, grünliche dichte bis feinkörnige Grauwacken mit Eisenglanz- und Muskovitschüppchen bilden die Hauptmasse der Chanseschichten und gleichen durchaus denen des Ngamirumpfes. Wellenfurchen sind häufig, desgleichen Diagonalschichtung, die durch Eisenglanzlagen zum Ausdruck gebracht wird. Meist sind die Grauwacken hart, quarzitisch, kieselig und nicht selten glasig glänzend, frisch und bläulichgrün. Andere Varietäten haben lebhaft gelbgrüne Farben, so daß man an Beimengung von Diabasmaterial denken könnte, falls nicht etwa verkieselte Diabase vorliegen. (Siehe nächste Seite!)

Lokale und wenig mächtige Einlagerungen sind gelblich braune bis graue körnige Kalksteine, sowie grüne Schiefertone, die sehr hart und kieselig sein können.

Totingdiabas wurde mit Sicherheit nur einmal beobachtet, nördlich von Tscho-in.

Verkieselung ist an dem einzigen, nicht verlorenen Handstück, nämlich einem Kalkstein westlich von Chanse, mit Sicherheit mikroskopisch nachgewiesen worden. Dieser Prozeß dürfte in großem Umfang die alten Gesteine verändert haben. So sind z. B. manche der glasig glänzenden, grünlich bis bläulich schimmernden Grauwacken dem Habitus nach eingekieselten Chalcedonsandsteinen oft so ähnlich, daß man bei flüchtiger Betrachtung beide Gesteine verwechseln kann. Die grünen harten Hornsteine von Kwachara ³nei, die ja von Chalcedonsandstein umschlossen sind, sind anscheinend lediglich verkieselte grüne Schiefertone oder Mergelschiefer.

Die Gesteine zwischen ²Kintsa und Chanse, die lange Gesteinswälle bilden und an Epidot reichen Chansegrauwacken gleichen, sind höchstwahrscheinlich verkieselte Gesteine, und zwar möglicherweise nicht Grauwacken, sondern Totingdiabas, wie er am Ngami mikroskopisch nachgewiesen worden ist. Auch dort hielt ich im Felde das Gestein für Grauwacke mit Diabasmaterial. Nachträglich läßt sich die Frage freilich nicht entscheiden.

Versteinerungen wurden auch im Chansefeld nicht gefunden, und somit ist das Alter unbestimmbar. Lediglich aus dem Habitus kann man auch hier auf sehr hohes Alter schließen.

Die Verbreitung ist folgende. Im südlichen Teil sind sie in großer Ausdehnung aufgeschlossen, im mittleren verlieren sie sich unter der Sanddecke, im nördlichen aber deuten nur einige ganz lokale Aufschlüsse auf ihre Verbreitung auch in dieser Region hin.

Wo immer die Lagerung des Grundgesteins mit Sicherheit festzustellen war, fanden sich die Schichten in gestörter Stellung, und zwar ist das Streichen im südlichen und mittleren Chansefeld durchschnittlich 70° — also Chanserichtung. Abweichungen sind unbedeutend. Kwachara ³nei lassen wir dabei ganz unberücksichtigt, weil die Lagerung dort nicht mit Sicherheit erkennbar war. Der Einfall war stets nach N. gerichtet und der Winkel steil (50—80°). Im nördlichen Chansefeld tritt ein Wechsel im Streichen ein. Bei Mankwe (67 und 69°) herrscht noch die Chanserichtung, bei Tscho-in dagegen die Kaffrariarichtung (50°). Ob eine Umbiegung der Schichten stattfindet oder eine Verwerfung beide Richtungen trennt, ist nicht bekannt, jedenfalls erinnert diese Anordnung des Streichens an die im Ngamirumpf.

Wie im Ngamirumpf sind auch hier die Chanseschichten transversal zerklüftet. Die Hauptklüftung läuft parallel dem Schichtenstreichen, der Einfallswinkel ist aber abweichend, oft um 90°. Unter den Klüften zweiter Ordnung haben wir die Lebomborichtung (N.—S., bis 170—350°) wiederholt angetroffen, ebenso die Damararichtung S.O.—N.W. (140°).

Eine Gliederung der Chanseschichten ist bis jetzt nicht durchführbar; die Einlagerungen sind zu unbedeutend und unbeständig, um als Grenzhorizonte Verwendung zu finden. Immerhin ist es vielleicht kein Zufall, daß die Schichten der westlich von Chanse gelegenen Schieferpfanne nach W. verlängert genau den Kessel von Kwachara ³nei treffen, und die Verlängerung der Schichten von Sseribes (70—75°) ganz nahe an der Schieferpfanne östlich von ²Kchantsa C. vorbeiführt. Man könnte also wohl daran denken, daß die entsprechenden Schieferstreifen nicht nur je eine zusammenhängende Zone bilden, sondern auch eine einzige durch Verwerfung getrennte Ablagerung sind. Es wäre aber gewagt, mehr als solche Vermutung auszusprechen. Immerhin darf man wohl sagen, daß die Chanseschichten — auch bei Annahme von Wiederholungen durch tektonische

Verschiebungen — sehr bedeutende Mächtigkeit, von vielleicht vielen tausend Metern haben dürften.

2) Die Oberflächenformen des Grundgesteins.

Wir hatten bereits Gelegenheit gehabt, auf die eigentümlichen Oberflächenverhältnisse des Ngamirumpfes aufmerksam zu machen. Lange Gesteinswälle und Mulden durchfurchen die Ebene, und ihre Entstehung durch abtragende Einflüsse war am Buschmanntal deutlich erkennbar; denn der leicht zerstörbare Totingdiabas nimmt dort stets die Mulden ein.

Als rätselhafte Gebilde erschienen die geschlossenen Kessel, die in das Grundgestein eingesenkt sind. Auch im Hainafeld ist durch Bohrungen ein solcher mit Kalk erfüllter Kessel unter der Pfanne Chalu Chalu nachgewiesen worden.

Im Chansefeld nun, wo das Grundgestein mehr als in jenen Gegenden entblößt ist, beherrschen ähnliche Bildungen die Landschaft. Zunächst möchte ich betonen, daß alle Niveauunterschiede anscheinend nicht durch Erhebungen, sondern durch Depressionen hervorgerufen werden. Auch isolierte Hügel sind lediglich aus einer ursprünglichen Ebene herausmodellierte Gebilde.

Morphographisch haben wir folgende Formen von Depressionen resp. Erhebungen zu unterscheiden, die alle ineinander übergehen.

a) Offene Mulden zwischen Gesteinswällen. Sie können eine Länge von vielen Kilometern haben bei einer Breite von wenigen hundert Metern. An den Enden sind sie „offen", d. h. sie gehen so allmählich in die ursprüngliche Gesteinsebene über, daß die Depression nicht den Eindruck einer Mulde macht. Die Höhe der Gesteinswälle schwankt zwischen 3—10 m. Rechnet man den die Mulden erfüllenden Decksand ab, so beträgt die Tiefe der Depressionen wohl im besten Fall bis zu 15 m.

b) Geschlossene Mulden unterscheiden sich von den vorigen lediglich durch allseitig deutliche Böschung. Neben Mulden von vielen Kilometern Länge gibt es auch solche von nur wenigen hundert Metern Durchmesser. So liegen z. B. 6 km nördlich von Kuschi und östlich des Weges nach Chanse auf der Höhe einer Platte zahlreiche, 200—300 m lange, flache Mulden mit Sandboden. Sehr charakteristische große Mulden sind östlich von ²Kchantsa W. beschrieben worden.

c) Kessel. Von den Mulden unterscheiden sie sich lediglich dadurch, daß Länge und Breite nicht übermäßig verschieden sind. Deutlich aufgeschlossen ist im Chansefeld nur der Kessel von Kwachara ³nei. Allein ein großer Teil der Kalkpfannen muß in Kesseln resp. Mulden liegen. Man betrachte nur einmal die Pfannen von Twankais, Chanse, Gautsirra u. a., dieselben müssen in Depressionen des Grundgesteins liegen, wenn die Ausfüllung mit Deckschichten auch die Erkenntnis der genauen Form verdeckt.

d) Gesteinswälle und Hügel. Treten Depressionen durch Zerstörung der sie umgrenzenden Erhebungen in Verbindung, so können isolierte Erhebungen entstehen, lange Gesteinswälle und bei weiterer Zerstörung Hügel. Auch solche Bildungen sind häufig zu beobachten.

Der geologische Bau der Gesteinswälle u. s. w. ist stets der gleiche. Sie bestehen aus Gesteinen der Chanseschichten, und zwar nur aus Grauwacken, niemals Schiefertonen oder Kalkstein. Harte kieselige — um nicht zu sagen verkieselte — und vor allem dickbänkige Grauwacken überwiegen, jedoch kann man nicht sagen, daß sich die Grauwacken der Wälle und Mulden immer voneinander unterscheiden, wenigstens nicht makroskopisch an Handstücken. Hier fehlen noch eingehende petrographische Untersuchungen, um diese wichtige Frage beantworten zu können. Dagegen findet man die weicheren Gesteine, wie Schiefertone, sowie dünnbankige Grauwacken stets in Senkungen.

II. Die Deckschichten.

Im Chansefeld finden wir dieselben Gesteine über dem Grundgestein, die wir bisher kennen gelernt haben. Nur der Pfannenkalktuff ist neu. Einen ganz ähnlichen Kalktuff mit reichlichen Gastropoden haben wir freilich bereits bei Mori Mossetla kennen gelernt (S. 204).

1) Die Botletleschichten.

Dieselben bestehen aus zwei Gliedern.

a) Chalcedon-Röhrensandstein.

Es ist ein grünlicher, in zersetztem Zustand lebhaft rotgefärbter Sandstein mit glasig glänzendem Chalcedonzement. Stellenweise wird er von langen, geraden, fingerdicken Röhren durchsetzt, die einen ziemlich senkrechten Verlauf haben. Teilungen der Röhren kommen vor. Diese Sandsteine sind in keiner Weise von den eingekieselten Chalcedonsandsteinen des Ngami und Botletle zu unterscheiden. Wir dürfen sie deshalb wohl auch für eingekieselte Gesteine halten.

Brecciöse Gesteine, nämlich von Chalcedon in Chalcedonsandstein, fehlen nicht. Sie wurden bei Gantsirra, Tscha-in und Kubi beobachtet. Diese Chalcedonsandsteine treten nirgends als geschlossene Ablagerungen von beträchtlicher Mächtigkeit auf, sondern nur in wenig ausgedehnten Decken. Meist sind sie nur als lokale Schollen im Decksand zu beobachten. Obwohl sie sicher das Grundgestein überlagern, ist der Verband zwischen beiden Formationen doch nie beobachtet worden. Ihr Hauptgebiet ist das mittlere Chansefeld, im nördlichen kommen sie auch vor, im südlichen dagegen wurden sie nicht beobachtet.

b) Pfannensandstein.

Das zweite Glied der Botletleschichten besteht aus Kalksandstein mit überschüssigem Kalkzement, mit lamellierten Rinden und knolligen Massen, ohne Schichtung, nur undeutlich massig gebankt. Dieser Kalksandstein gleicht völlig dem Pfannensandstein am Ngami. Allein hier im Chansefeld ist er einem so energischen Verkieselungsprozeß ausgesetzt gewesen, wie dort nur selten.

Die Verkieselung tritt oft lokal auf, und zwar bilden sich scharf begrenzte zackige, knollige, netzförmige Chalcedonmassen, die denen im Ngamikalk völlig ähneln. In andern Fällen ist sie mehr diffus, zwar auch knollig, aber doch in Form von Kernen oder Netzwerken, die alle selbst noch Kalkzement enthalten und ganz allmählich in reinen Kalksandstein übergehen. Auch ausgedehnte totale Verkieselung hat stattgefunden. So ist die Chalcedonschicht auf dem Boden mancher Pfannen, z. B. Kuschi, Kwachara ³nei u. a., wohl lediglich als verkieselter Kalkstein aufzufassen.

Fossilien wurden nie beobachtet.

Der Pfannensandstein liegt meist in Vertiefungen des Grundgesteins. Mit Vorliebe bildet er den Boden der Kalkpfannen, bedeckt aber auch den Boden weiter Mulden und erzeugt dann Felsflächen von vielen hundert Metern Durchmesser. Als Überzug über den Wällen des Grundgesteins wurde er kaum je gefunden. Er hat also die gleiche Form des Vorkommens, wie am Ngami. Auffallend ist jedoch das Auftreten von eckigem Geröll aus verkieseltem und unverkieseltem Pfannensandstein, das namentlich in dem Gebiet zwischen Chanse, Kintsa und Kwachara ³nei in großem Umfang auftritt und durch jüngeren Sinterkalk verkittet wird. Man gewinnt den Eindruck, daß ursprünglich eine Kalkablagerung vom Charakter des heutigen Sinterkalks vorlag, die lokal verkieselt und dann zerstört wurde. Ich möchte an dieser Stelle nicht versäumen hervorzuheben, daß die Unterscheidung zwischen Pfannensandstein und hartem

Sinterkalk (Kalaharikalk) durchaus nicht immer möglich ist. Fehlen von Verkieselung und Auftreten von Fossilien zeichnen den Sinterkalk zwar aus. Allein Fossilien in diesem sind selten, und Verkieselung kann dem Pfannensandstein recht wohl fehlen. Daher ist eine Trennung zwischen den beiden dem Alter nach verschiedenen, dem Charakter nach ähnlichen Bildungen oft nicht leicht, und wie wir schon werden, im Kaukau- und Mahurafeld kaum durchführbar.

Das Hauptverbreitungsgebiet des Pfannensandsteins ist das nördliche Chansefeld und der ²Nucha—³Neits-o-Distrikt; er findet sich aber auch sonst lokal sehr häufig, eben als Boden von Pfannen, und deshalb erhielt er den Namen Pfannensandstein.

Wichtig und interessant ist sein Verhalten zum Untergrund. Er liegt stets auf Grundgestein — auf eingekieseltem Chalcedonsandstein wurde er hier nicht gefunden. Das Grundgestein ist zerklüftet, von Spalten durchsetzt und in eckigen unzersetzten Schutt aufgelöst. Der Pfannensandstein aber dringt in die Klüfte und Spalten ein, verkittet den Schutt und erst in höherem Niveau verwandelt er sich unter Abnahme und Kleinerwerden der Grauwackenstücke in reinen Kalksandstein.

Seine Mächtigkeit ist wohl nirgends sehr bedeutend, d. h. einige Meter höchstens, geht aber auch auf wenige Zentimeter herab.

Die Oberfläche des Pfannensandsteins ist da, wo er frei zutage tritt, eine ebene glatte Fläche, aus der jedoch meist knollige, eckige, zerfressene, schwarzbraune Chalcedonknollen aufragen — die herausgewitterten verkieselten Partien des Kalksandsteins. Stets sind diese Felsflächen aber bedeckt mit eckigem und abgerundetem Geröll von Chalcedon, Chalcedonsandstein und Sinterkalk.

Wo von Kalaharikalk bedeckt, ist die Oberfläche des Pfannensandsteins oft zerklüftet und in Stücke zerplatzt, während der Kalk in das zerklüftete Gestein eindringt und es verkittet.

2) Der Kalaharikalk.

In zwei Formen tritt der Kalaharikalk auf, als

a) Harter Sinterkalk,
b) Pfannenkalktuff.

a) Der Sinterkalk ist uns bereits ein guter Bekannter von dem Ngamirumpf her. Hier im Chansefeld überzieht er ebenso wie dort das liegende Gestein als mehr oder weniger dicke Decke. Er hat entweder die „Sinterstruktur“ und bildet Schollen, Kuchen und Fladen, oder besteht nur aus mehrere Zentimeter dicken Rinden. Wo er wenig mächtige Überzüge bildet, besonders auf den Grauwackenwällen, ist er oft ausschließlich in Formen lamellierter Rinden entwickelt. In geschlossenen Massen und von erheblicher Mächtigkeit, die wohl 5—6 m und mehr betragen mag, findet er sich hauptsächlich in der Umgebung der Pfannen. Am Pfannenrand ist er wohl stets am mächtigsten, während er sich nach außen hin auskeilt. Dementsprechend bildet er auch nur rings um die Pfannen eine geschlossene Masse und löst sich nach der Peripherie hin in einzelne Schollen auf, die in dem Decksand immer spärlicher werden. Schließlich tritt das Grundgestein zutage, während der Kalk ganz verschwindet oder nur noch Rinden oder Überzüge auf demselben bildet. Solche um die Pfannen liegenden Kalkgebiete haben einen sehr verschiedenen Durchmesser. Am größten ist — die Angabe meiner Prospektoren als richtig vorausgesetzt — das Kalkgebiet von Kuschi mit etwa 10 km Durchmesser in S.W.—N.O.-Richtung, dann kommt das von Chanse (ca. 5 km N.—S.), ²Nucha, ²Kintsa, ²Kchautsa und andere mehr.

Der Sinterkalk lagert sowohl auf dem Grundgestein, wie auf dem Chalcedon- und Pfannensandstein. Er bildet im Liegendsten oft eine Breccie aus den Gesteinsbrocken des Untergrundes und infiltriert Klüfte und Spalten desselben. Nirgends fehlt er auf größere Entfernung hin, wenn er oft auch nur in Form dünner

Überzüge und Rinden auf den Grauwacken entwickelt ist. Er überzieht die Wälle und Kuppen, er liegt in den Mulden und Kesseln. Es gibt hier keine Anhöhe, die von ihm frei wäre, weil sie über das von ihm erreichte Niveau ginge, wie das z. B. bei den Porphyrbergen des Ngamirumpfes der Fall ist. Ja, er kann gerade auf flachen, breiten Anhöhen besonders mächtig entwickelt sein.

Seine größte Ausdehnung erreicht er im nördlichen und mittleren Chansefeld, im südlichen tritt er als geschlossene Masse mehr inselförmig auf, wie z. B. an den Pfannen von Chanse, Kuschi, ²Nucha—³Neits-o.

b) Der Pfannenkalktuff ist ein leichter, weißer, gelblicher und selbst dunkelgrauer Kalktuff, der oft arm an Quarzsand ist, aber durch reichliche Aufnahme desselben in mürben Kalksandstein übergehen kann. Sehr auffällig ist seine Struktur. Er wird nämlich von fingerdicken Röhren, die von Kalk umrindet und mit wenig verkittetem Sand erfüllt sind, durchzogen. Bei der Verwitterung wird letzterer durch Regen und Wind entfernt, und dann erhält das Gestein eine löcherige, zerfressene Beschaffenheit. Die senkrecht gestellten Röhren bewirken die Bildung steil abbrechender Wände. Lagen von Sinterkalkgeröll kommen innerhalb des Tuffs vor, und im Liegenden bildet er mit dem Pfannensandstein, resp. der Chansegrauwacke, eine Breccie. Auch Sinterkalkgeröll liegt manchmal über dem Pfannensandstein im Tuff.

In manchen Pfannen ist er salzhaltig, z. B. in Kuke. Trotzdem ist das Wasser der Brunnenlöcher meist süß, indes wohl infolge der gründlichen lokalen Auslaugung des Salzes.

Gastropoden sind reichlich vorhanden, und zwar Formen der heutigen Steppe und der Sümpfe und Flüsse des Okavangogebiets.

Leider sind die Tuffe des Chansefeldes nicht mikroskopisch untersucht worden, da alle Handstücke verloren sind; allein da diese Tuffe den entsprechenden Pfannentuffen von Dobe, Sodanna, Lotlakani bis in alle Einzelheiten gleichen, darf man ihnen wohl die gleiche Beschaffenheit zusprechen. Dann wären sie ein mit Quarzsand, Kieselsäuresplittern, Diatomeen, Spongiennadeln und Flocken zersetzter organischer Substanz — Humin, Ulmin — erfüllter Kalkschlamm, und zwar gleichen sie makroskopisch, wie jene, bis in alle Einzelheiten einer alten, d. h. abgelagerten Seekreide[1]), wie wir sie in unseren Seen finden. Wir dürfen wohl annehmen, daß auch hier, wie in den andern Kalktuffen, die Diatomeen Brackwasserformen sind (cfr. Salzgehalt in Kuke), und zwar solche, die an abwechselnde Süß- und Salzwasserperioden angepaßt waren und daher Craticularformen bilden (cfr. Anhang VIII).

Die Mächtigkeit des Kalktuffs ist im allgemeinen wohl nicht bedeutend, d. h. 2—3 m, aber doch auch 5 m — Nebenpfanne von ²Kintsa — und vielleicht noch mehr.

Sehr gut zu beobachten ist die Ausbildung einer harten Oberflächenbank. Manchmal — ³Neits-o, Kuko — besteht sie lediglich aus trockenem harten Tuff, der oberflächlich von fingerdicker Kalkrinde überzogen ist, die dem Kalk eine glatte Oberfläche verleiht. In andern Fällen — ²Kintsa — erhält der Tuff aber eine knollige Beschaffenheit. Kalkrinden umgeben die harten Knollen, und so entsteht harter Sinterkalkstein, der sich von dem Sinterkalk der Umrandung der Pfannen nicht unterscheidet. Diese harte Bank geht nach unten allmählich in weichen, feuchten, erdigen Tuff über. Die Bedeutung der Austrocknung bei der Bildung der harten Oberflächenbank ist hier unverkennbar.

Diese Verhältnisse legen den Gedanken nahe, daß der Sinterkalk da, wo er mächtigere Massen bildet, z. B. im Umkreis mancher Pfannen, nur oberflächlich entwickelt ist, in der Tiefe aber in weichen feuchten Tuff übergeht.

Auch in horizontaler Richtung gehen Pfannenkalktuff und harter Sinterkalk ineinander über, wie wir in Chanse, ²Kintsa, ³Neits-o beobachten konnten. Der Kalktuff wird sandig, knollig, erhält Rinden und Sinterstruktur, und so erfolgt der

Übergang. Rollstücke von Sinterkalk im Tuff können auch den Übergang vermitteln. Aus diesem Verhältnisse muß man folgern, daß Sinterkalk und Tuff Faziesbildungen sind. Aber das Auftreten von Sinterkalkgeröll im Liegendsten des Tuffs zeigt doch auch, daß bei Beginn der Tuffbildung bereits harter Sinterkalk vorhanden war, falls nicht diese Sinterkalkrollstücke eine andere Erklärung verlangen, nämlich abgerollte Stücke von Pfannensandstein sind, der, wie bereits erwähnt, in manchen Varietäten dem harten Sinterkalk sehr ähnlich sein kann. Solche Annahme würde alle Schwierigkeiten beseitigen.

Andererseits ist es aber sehr wohl möglich, daß der Kalktuff jünger ist als der Sinterkalk und nachträglich über dem Sinterkalkgeröll, das den Pfannenboden häufig bedeckt, zur Ablagerung gelangte. Am Schluß des Kapitels XVII soll diese Frage erörtert werden.

3) Der Kalaharisand.

Der Kalaharisand, der die Gesteinsinsel des Chansefeldes umgibt, ist ein rötlicher feiner Quarzsand mit reichlichen Quarzsplittern und staubigen Bestandteilen. Die graue Vegetationsschicht und die helle Sandhaut sind überall gut entwickelt.

Am Rande des Gesteinsfeldes geht er in Decksand über. Dieser Übergang ist verschiedenartig. Wo das Gelände eben ist, erfolgt er allmählich, wo sich dagegen Gesteinswälle hinziehen, werden sie von dem Kalaharisand überschüttet, ja man kann sagen, von dem andrängenden Sand überwältigt. Auf der Südseite des südlichen Chansefeldes — Weg von Kuschi nach Sandpits, von ²Nucha nach ²Nakais — beginnt er plötzlich mit deutlicher Böschung.

4) Decksand und Verwitterungsprodukte.

Beide Bildungen sind derartig miteinander verknüpft, daß man sie gemeinsam behandeln muß.

Die Verwitterung hat im Chansefeld den gleichen Charakter, wie am Ngami. Sie ist wohl tropisch zu nennen, aber nirgends energisch. Zwar sind die Zersetzungsprodukte rot gefärbt, allein nirgends tiefgründig. Unzersetztes, nur leicht angewittertes Gestein mit rötlicher Rinde liegt unter dünner Lehmschicht.

Die Chansegrauwacken liefern einen roten sandigen bis bindigen Lehmboden, der mit Stücken halbzersetzter Grauwacke und weißem Quarz erfüllt ist. Reine Verwitterungsprodukte sind selten und nur im südlichen Chansefeld zu finden. Meist sind sie durch Beimengung von Kalk aus dem Sinterkalk graurot gefärbt oder gehen durch Sandaufnahme in Decksand über.

Die eingekieselten Chalcedonsandsteine geben eine prachtvolle leuchtende Roterde mit Sandsteinbrocken. Sand und Kalk beeinflussen jedoch nicht selten ihre Farbe und Konsistenz.

Die Kalke — Pfannensandstein und Sinterkalk — geben einen grauen kalkreichen Sandboden, der an Stücken von Chalcedon und verkieseltem Chalcedonsandstein reich ist. Letztere sind meist rot und braun angewittert. Der harte Sinterkalk geht manchmal in mürben, porösen Kalk über, namentlich auf Gesteinswällen. Er ist anscheinend ein sekundäres, durch Auflösung und Wiederabscheidung des Kalks entstandenes Produkt, resp. z. T. zersetzter, in Auflösung begriffener Kalk. Die an Ozon, salpetriger Säure und Ammoniak reichen Gewitterregen der Tropen haben anscheinend eine sehr starke, Kalk lösende Kraft. Ein Teil des Kalks wird mit dem Regen in die Tiefe geführt, ein anderer jedoch beim Verdunsten wieder hinauf geführt. Der bei diesem Prozeß oberflächlich ausgeschiedene Kalk wird wahrscheinlich zum Teil, weil er als feines Pulver zur Abscheidung gelangen muß, durch den Wind als Kalkstaub entfernt.

Die übrigen Gesteine des Chansefeldes, wie z. B. Diabas und die Einlagerungen in die Grauwacken, sind räumlich zu beschränkt, als daß ihre Verwitterungsprodukte zur Geltung kommen könnten.

Alle diese verschiedenen Zersetzungsprodukte gehen nun, bald mehr, bald weniger, durch Beimengung von Quarzsand in Decksand über. Dieser hat eine ganz gesetzmäßige Zusammensetzung.

a) Er ist vom Untergrund abhängig und enthält stets Gesteinsbrocken desselben.

b) Je weniger er mächtig ist, um so mehr und größere Gesteinsbrocken, resp. Verwitterungsprodukte enthält er; je mehr er anschwillt, um so mehr nehmen dieselben an Menge und Größe ab.

c) In den zentralen Teilen des Gesteinfeldes ist der Sand am wenigsten entwickelt und die Verwitterungsprodukte herrschen vor. Aber gegen den Kalaharisand hin nimmt der Gehalt an Quarzsand zu, die Gesteinsbrocken verschwinden, und reiner Kalaharisand entsteht.

Es ist nicht durch genaue Messungen festgestellt werden, bei welcher Mächtigkeit des Sandes die Gesteinsbrocken verschwinden, wahrscheinlich ist der Decksand aber nirgends mächtiger als 1—2 m.

Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß der Decksand lediglich der letzte Ausläufer des Kalaharisandes ist, der sich auf der Gesteinsinsel auskeilt.

5) Erosion durch fließendes Wasser.

Wiederholt hatten wir Gelegenheit, Oberflächenformen zu beobachten, die aufs deutlichste die erodierende Kraft fließenden Wassers in früheren Zeiten verraten. Die Äußerungen derselben sind nirgends sehr bedeutend, allein interessant genug in einem so ebenen Lande, wie dem Chansefeld, in dem heutzutage fließendes Wasser fehlt und in dem das Problem der Klimaänderung im Sinne fortschreitender Austrocknung sich so sehr in den Vordergrund des Interesses drängt.

Die Wassererosion hat sich in der Ausbildung von Bachbetten — Laagtes — geäußert. Diese haben eine Breite von 10, 20 und mehr Metern, sind aber flach, d. h. 1—3 m tief, höchstens einige Kilometer lang und oft mit hartem Sinterkalk auf dem Boden und den Seiten wie gepflastert. Die Laagte bei Chanse, bei Deibe (Südseite), Kuschi, N.O. von ²Kehantsa W., bei Kubi (N.W.), Kuke und an andern Orten sind Beispiele für solche alte Wasserläufe. Dabei ist es interessant zu sehen, daß sie mit Vorliebe in dem Kalkgebiet von Pfannen, also möglicherweise in ehemaligen Seebecken münden.

Folgerungen.

I. Das Grundgestein.

Bezüglich der Auffassung des Grundgesteins — bogenförmige Anordnung des Streichens, Gebirgsbau, Gliederung usw. — verweise ich auf das bereits Gesagte.

Oberflächenformen des Grundgesteins.

Wie sind dieselben zu erklären? Wie sind die höchstens 10—15 m tiefen Kessel, die oft nur wenige hundert Meter langen Mulden, die Gesteinswälle u. s. w. entstanden?

Wassererosion kann man wohl ausschließen. Daß das Wasser in so ebenem Lande parallel der Schichtung einzelne Gesteinswälle herauspräparieren sollte, ist wohl recht unwahrscheinlich. Kolke werden wohl in losem Material

ausgestrudelt, aber solche Kessel in festem Gestein, wie der von Kwachara bei z. B., können wohl kaum durch Wasser gebildet worden sein.

Gletscher schaffen andere Erosionsformen als die vorhandenen Wälle, abgesehen von der Kühnheit der Idee einer ehemaligen jugendlichen Vergletscherung des Ngamigebiets.

Tektonische Einbrüche können wohl an und für sich Kessel schaffen, aber die langen Gesteinswälle und gar die 200—300 m langen flachen Mulden auf zahllose lokale Einbrüche zurückführen zu wollen, ist doch nicht angängig. Der tektonische Bau der Mulden und Kessel, die lediglich Vertiefungen in gleichsinnig einfallenden Grauwacken sind, entspricht außerdem nicht der Vorstellung von eingebrochenen Schollen.

Regionale Verwitterung hat *Hans Reiter*[2]), ausgehend von den Betrachtungen *F. v. Richthofens*[3]), über diesen Vorgang zu Hülfe genommen, um die Mulden und Pfannen in Westgrikwaland zu erklären. Wenn nämlich bei tropischer tiefgründiger Verwitterung der Boden, je nach der Beschaffenheit der Gesteine, ungleichartig zersetzt wird, kann nach Veränderung der natürlichen Bedingungen und durch Erosion der losen Verwitterungsprodukte eine ungleichmäßige Gesteinsoberfläche zutage treten. Theoretisch ist die Möglichkeit der Entstehung von Kesseln und Mulden auf diesem Wege nicht abzustreiten, ob dieselbe hier zutrifft, erscheint mir aber mehr als zweifelhaft. Einmal sind die Gesteine nirgends zersetzt, im Gegenteil bemerkenswert frisch, und es wäre doch wunderbar, wenn die Erosion der Zersetzungsprodukte überall glatt bis zum gesunden Fels herabgegangen wäre. Aber selbst eine ungleichmäßige, tiefgründige, regionale Zersetzung vorausgesetzt, so können in solchem Material nur zwei Kräfte geschlossene Kessel herauspräparieren, nämlich Gletscher oder Wind. Erstere fallen fort, weil die sonstigen Erosionsformen nicht auf sie bezogen werden können, der Wind dagegen ist ein Faktor, mit dem man rechnen darf.

Winderosion kann sehr wohl Gesteinswälle, die härter, widerstandsfähiger sind, hier vielleicht infolge von Verkieselung, herauspräparieren, kann Mulden und Kessel ausblasen.[4]) Sandschliff — Windkorrasion — dürfte bei solchen Vorgängen eine bedeutsame Rolle spielen, zusammen mit einfacher Windablation bei mechanisch gelockerten Gesteinen.

Alle diese Vorgänge sind nun aber in den vegetationslosen Wüsten heimisch. So kommen wir denn wieder auf anderem Wege auf unsere früheren Resultate zurück, nämlich die Annahme eines Wüstenklimas vor, resp. während der Botletlezeit.

Damals gingen wir von dem unzersetzten frischen Schutt der Gesteinsoberfläche aus. Dieser fehlt der im Chansefeld ebenfalls durchaus nicht. Der Verband zwischen eingekieseltem Chalcedonsandstein und Grundgestein war zwar nie aufgeschlossen, wohl aber der zwischen letzterem und dem Pfannensandstein und Kalaharikalk. In beiden Fällen konnte man wiederholt feststellen, daß die Oberfläche der Chanseschichten vor Ablagerung jener Schichten zerklüftet, und in unzersetzten frischen Schutt aufgelöst war. Schutt und Spalten wurden später von den Kalksandsteinen verkittet. Die Gesteinsstücke aber werden nach oben hin kleiner, spärlicher und verschwinden schließlich ganz.

Die Oberflächenverhältnisse des Grundgesteins im Chansefeld gleichen also durchaus denen des Ngamirumpfes und deuten gleichfalls auf ein ehemaliges Wüstenklima hin.

II. Die Deckschichten.

1) Botletleschichten.

Eine doppelte Periode der Kieselsäurelösungen ist hier nicht nachweisbar, weil die eingekieselten Chalcedonsandsteine und die verkieselten Pfannensandsteine

stets nur nebeneinander beobachtet worden sind. Es ist ja sehr wohl denkbar, ja wahrscheinlich, daß die eingekieselten Chalcedonsandsteine älter sind als die Kalksandsteine — ihr Habitus weist schon auf höheres Alter hin — allein sicher nachweisbar ist es hier nicht. Man kann nur sagen, daß auf eine Periode der Kalklösungen eine solche der Kieselsäurelösungen folgte. Denn die Verkieselung des Pfannensandsteins ist sehr energisch gewesen, vielleicht energischer als am Ngami.

Die Oberfläche der Pfannensandsteine ist, wie am Ngami, häufig zerborsten und in unzersetzten Schutt zerfallen, die eingekieselten Chalcedonsandsteine aber enthalten brecciöse Gesteine, d. h. Breccie von Chalcedon in Chalcedonsandstein. Also auch hier sind Klimaschwankungen nachweisbar, in dem Sinne, daß die eingekieselten Gesteine wieder durch Insolation zerplatzten und auf die Periode der Kalklösungen ebenfalls ein trockeneres Klima mit trockener Verwitterung folgte.

Wir sahen, daß auf dem Ngamirumpf wahrscheinlich eine energische Zerstörung der Botletleschichten vor oder gleichzeitig mit Ablagerung des Kalaharikalks erfolgte. Auch hier weisen die Verhältnisse auf solche Zerstörung hin.

a) Die eingekieselten Chalcedonsandsteine sind nur in Form lokaler Decken, Schollen und oft nur in Blöcken enthalten, wie Reste einer einst ausgedehnteren Ablagerung.

b) Die Pfannensandsteine bilden da, wo sie in Senkungen des Grundgesteins liegen, zusammenhängende Lager, außerhalb der Senkungen dagegen treten sie oft nur in Geröllform auf oder als unbedeutende Schollen und Blöcke.

c) Lose Stücke von Chalcedon und Chalcedonsandstein erfüllen in großer Zahl den Kalaharikalk und sind kaum anders als Reste zerstörter Botletleschichten aufzufassen, denn sie treten oft in großer Zahl auf, wenn auch fern von anstehendem Botletlegestein.

d) Wenn das Sinterkalkgeröll im Kalktuff der Pfannen, z. T. wenigstens, ein nicht verkieselter Pfannensandstein ist, dann muß letzterer bei Beginn des Kalaharikalks gründlich zerstört worden sein.

Also scheinen auch hier die Botletleschichten in großer Ausdehnung denudiert worden zu sein, und zwar war solche Zerstörung wohl deshalb leicht, weil Einkieselung und Kalkablagerung von vornherein in vielen Fällen lokale Bildungen in losem Sand gewesen sein dürften.

2) Der Kalaharikalk.

Wie auf dem Ngamirumpf sind auch hier zwei verschiedene Kalkablagerungen als Vertreter des Kalaharikalks vorhanden.

Der harte Sinterkalk mit seinen Rinden und seiner Sinterstruktur in Form von Überzügen und Kappen auf dem Grundgestein scheint teils eine Ablagerung in rieselndem Wasser, teils durch Ausblühen von gelöstem Kalk entstanden zu sein. Wie auf dem Ngamirumpf überzieht er hier die höchsten Buckel und Wälle und kann gerade dort am mächtigsten entwickelt sein. Deshalb kann man sich nur schwer zu der Vorstellung entschließen, daß der Kalk durch fließendes Wasser aus der Ferne herbeigebracht und durch Algen oder andere Pflanzen abgeschieden sei. Eine solche Entstehung setzt ungeheuerliche Wassermassen voraus, die gar nicht mit dem Salzgehalt der Gewässer zur Kalaharikalkzeit in Einklang stehen würden. Wie tief müßte das 1080 m hochgelegene nördliche Chansefeld unter Wasser gestanden haben, wenn das 1180 m hochgelegene Gebiet von Chanse mit fließendem Wasser überströmt wurde, das den Kalk aus westlicheren Gegenden — Damaraland — brachte!

Wir sind also wohl genötigt, dem Sinterkalk eine lokale Entstehung zuzu-

schrieben, wie den Kalkkrusten der Halbwüsten, durch Aufsteigen von kalkhaltigem Wasser. Das Wasser war dann Regenwasser, der Kalk stammte aus dem Gestein in der Tiefe, das Aufsteigen erfolgte aber hygroskopisch infolge der Verdunstung unter dem Einfluß der Sonnenglut.

Daß die Chansegrauwacken reichlich Calcit primär enthalten, ist für das Kwebegebiet mit Sicherheit nachgewiesen worden und darf wohl auch für das Chansefeld angenommen werden. Immerhin ist es doch sehr auffallend, daß so gewaltige Kalkkrusten von mehreren Metern Mächtigkeit, deren Kalk doch ausschließlich aus dem liegenden Gestein stammen müsse, sich haben bilden können, während doch die Grauwacken relativ frisch und unzersetzt erscheinen. Indes ist die Entstehung des Sinterkalks als Kalkkrusten in trockenem Klima immer noch weit plausibler als die durch fließendes Wasser, das ja einen gewaltigen sehr tiefen See innerhalb des südafrikanischen Beckens hätte erzeugen müssen. Waren erst einmal Kalkkrusten entstanden, so machte die weitere Umlagerung des Kalks durch rieselndes Wasser, die wiederholte Auflösung und Abscheidung mit Beteiligung von Algenpolstern und die dadurch erzeugte vielgestaltete Sinterstruktur keine Schwierigkeiten mehr. Auch das Auftreten des Kalks über nicht kalkhaltigen Gesteinen, z. B. eingekieselten Chalcedonsandstein, wird durch solche sekundäre Wanderungen leicht erklärt.

Demnach herrschte wohl zur Zeit der Entstehung des Pfannensandsteins und des Kalaharikalks ein trockenes heißes Klima, wie wir es in dem Bereich von Halbwüsten und trockenen Steppen heutzutage finden.

Der Pfannenkalktuff dagegen ist durchaus als Ablagerung in Becken aufzufassen, in Teichen und Seen. Das Wasser dürfte bald brackisch, bald süß gewesen sein. Es bestanden wohl abwechselnd trockene und regenreiche Jahreszeiten mit Überflutung des Landes und nachfolgendem Austrocknen. Während solcher Überflutungen sind wohl auch die Geröllager im Kalktuff, die aus abgerolltem harten Sinterkalk — teilweise vielleicht vom Alter des Pfannenkalktuffs (?) — bestehen, entstanden. Die Röhrenstruktur weist aber auf eine Schilfvegetation hin.

Da der Pfannenkalktuff von alter Seekreide nicht zu unterscheiden ist, dürfte er wohl eine Abscheidung durch Pflanzen sein, wie jene, und diese Annahme ist um so berechtigter, als die heutigen Pfannenteiche mit dichter Pflanzen- und Algenvegetation erfüllt sind, die sich reichlich mit Kalk inkrustieren.

Beim Austrocknen wird der weiche erdige Kalktuff hart und steinig. Sekundäre Prozesse der Kalkauflösung und -Wiederabscheidung beginnen, führen — vielleicht unter Beihülfe von Algen (?) — zu Rindenbildung um Knollen, die wohl der Austrocknung ihre Entstehung verdanken. So entsteht eine harte Oberflächenbank, die eine ähnliche Struktur, wie der harte Sinterkalk, besitzt. Nach unten hin geht dieselbe in feuchten erdigen Kalktuff allmählich über. Es ist nun sehr wohl möglich, daß ein Teil des „harten Sinterkalks" eine solche Oberflächenschicht ist, unter der vielleicht noch weicher Kalktuff liegt. In den großen Kalkgebieten, z. B. von ²Nucha-³Neits-o, Kuschi, im mittleren und nördlichen Chansefeld, die sich im Umkreis mancher Pfannen oder Pfannengruppen ausdehnen, mag das der Fall sein. Solange aber nicht durch Bohrungen der weiche Kalktuff nachgewiesen worden ist, bleibt die Frage unentschieden.

Auf das Alter des Pfannentuffs im Verhältnis zum Sinterkalk und Kalaharisand kommen wir noch zurück (Kap. XVII).

3) Der Kalaharisand.

Auf die Entstehung des Kalaharisandes werfen die Beobachtungen im Chansefeld kein Licht, nur soviel kann man sagen, daß die Art und Weise, wie der Sand, von Osten andrängend, die Gesteinswälle überwältigt, entschieden für eine Beteiligung des Windes an seiner Verbreitung spricht.

4) Verwitterungsprodukte und Decksand.

Erstere bedürfen keiner weiteren Erklärung. Sie sind das Resultat der gegenwärtigen klimatischen Einflüsse. Dagegen verlangt die Entstehung des Decksandes eine eingehende Untersuchung. Da nun gerade die Studien im Chanseteld zu einem Verständnis dieser Bildung führten und da die bei seiner Bildung wirkenden Faktoren auch in den weiten Sandfeldern der Kalahari überall rastlos tätig sind und deren Oberfläche unausgesetzt umgestalten, so wird es zweckmäßig sein, jetzt bereits jene Vorgänge näher kennen zu lernen. Ihre Kenntnis dürfte ganz wesentlich dazu beitragen, diese öden gleichförmigen Gegenden dem Leser interessant zu machen.

Das sei die Aufgabe des folgenden Kapitels!

Anmerkungen.

[1]) *Passarge*: Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. Bd. XXII.

[2]) *Reiter*: Die Kalahara. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. 1887.

[3]) *F. v. Richthofen*: Führer für Forschungsreisende. Berlin 1886. S. 113.

Für die Karro, für die *Reiter* ehemalige Tiefenzersetzung annimmt, um ihre Oberfläche zu erklären, paßt die Theorie sicher nicht. Denn die leicht zersetzbaren Diabase sind als Wälle herausgewittert, während die schwer zersetzbaren Schiefertone gerade den Boden der Hohlformen bilden. Nur ausnahmsweise liegen die Diabase in tiefen Rinnen. Das großartigste Beispiel hierfür ist das Transkei Gap (*Rogers* and *Schwarz*: The Transkei Gap. Transact. S. Afr. Philos. Soc. 1903).

[4]) *Fischer*: Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise im Atlas-Vorland von Marocco. Ergänzungsheft Petermanns Mitt. Nr. 133, S. 74.

Kapitel XVI.

Die Bodentiere der Kalahari und ihre geologische Bedeutung.*)

Der Decksand ist eine Zunge von Kalaharisand, der sich auf dem Gesteinsfeld auskeilt und gleichzeitig mit Bestandteilen des Untergrunds mischt. Wie ist diese Mischung zu erklären? Ist dieselbe primär oder sekundär?

a) Bei primärer Durchmischung des Sandes mit den Verwitterungsprodukten des Untergrundes kann man kaum an eine andere Entstehung denken, als an eine Ablagerung des Sandes durch Wasserkräfte, und zwar durch reißendes, strudelndes Wasser, das eine Verwitterungsschicht des Untergrundes durchwühlt und mit dem aus der Ferne transportierten Sand vermischt hat. Eine solche Entstehungsweise setzt voraus, daß zwischen der Bildung des Kalaharikalks und des Kalahari- resp. Decksandes eine Periode liegt, in der sich die betreffenden Verwitterungsprodukte bilden konnten; denn bei Beginn des Kalks fehlten sie. Unzersetzter Schutt und Felsflächen bestanden vor Ablagerung des Kalks.

b) Sekundäre Durchmischung setzt dagegen voraus, daß der Sand durch Wasser oder Wind auf den Zersetzungsprodukten abgelagert wurde. oder umgekehrt — ein schwer denkbarer Fall — oder drittens, daß letztere im Laufe der Zeit unter dem Sand durch Verwitterung des Grundgesteins entstanden. In jedem dieser drei Fälle waren dann noch Kräfte notwendig, die eine nachträgliche Durchmischung beider herbeiführten.

Lassen wir die Möglichkeit primärer Durchmischung einmal vollständig aus dem Spiel und werfen wir nur die Frage auf:

Gibt es heutzutage Kräfte, die eine sekundäre Durchmischung des Sandes mit Verwitterungsprodukten herbeiführen? Oder mit anderen Worten: Bildet sich der Decksand noch heutzutage?

Diese Frage ist mit aller Entschiedenheit zu bejahen. Die Kräfte, die überall intensiv tätig sind, die eine Durchwühlung des Sandes, eine Durchmischung desselben mit den Verwitterungsprodukten des Untergrundes herbeiführen, sind die zahllosen im Boden lebenden Tiere. Sie fehlen nirgends, sie arbeiten bei Tag und Nacht. Tiefgründiger, nicht zu loser, nicht zu fester Boden sagt ja allen wühlenden Tieren am meisten zu, und so ist es denn auch verständlich, daß sie die Sandfelder der Kalahari in ungezählten Mengen beleben.

1. Die Bodentiere und ihre Baue.

Folgende Tierarten, die nach dem Charakter ihrer Baue und damit ihrer geologischen Bedeutung geordnet sind, seien erwähnt.

*) Hierzu Blatt 19.

1) Säugetiere.

a) Erdferkel, Ameisenbären, Springhasen, Stachelschweine graben sehr tiefe, aus Gängen und Kammern bestehende Baue ähnlich denen der Dachse und Füchse. Die Gänge haben Durchmesser bis zu $^1/_2$—$^3/_4$ m beim Erdferkel und gehen wohl viele Meter tief. An der Oberfläche werden Sandhaufen ausgeworfen, die $^1/_4$, $^1/_2$, ja 1 m Höhe erreichen können, und wenn sie bis zu dem Untergrund hinabgehen, haselnuß-, walnuß-, selbst faustgroße Gesteinsstücke enthalten können.

Diese Tiere finden sich überall im Sandfeld, sogar fern vom Wasser, aber ihre Baue sind doch immer nur vereinzelt.

b) Mäuse und Erdeichhörnchen haben sehr viel kleinere Baue. Die Gänge haben 5, 8—10 cm Durchmesser, gehen wohl kaum so tief wie die der großen Tiere, allein da, wo sie vorkommen, sind ihre Löcher massenhaft in Kolonien zu finden. Der Boden ist durchwühlt und die Oberfläche mit den 20—40 cm Durchmesser besitzenden, halbkreisförmigen Sandfächern bedeckt, die aus jedem Loch ausgeworfen worden sind. Auch diese beiden Tierarten findet man fern vom Wasser in den Sandfeldern, aber nicht in solcher Zahl, daß man sie überall mit Sicherheit antreffen könnte.

Wie tief die Baue dieser Tiere hinabgehen, ist nicht bekannt. Wie mir Professor *Matschie* mitteilte, beobachtete er auf einem Gut bei Teterow in Mecklenburg 2,75 m tiefe Nester unserer Feldmaus an einem abgerutschten Abhang. Man darf vielleicht annehmen, daß die Kalahärimäuse nicht weniger tief und vielleicht noch tiefer hinabgehen.

c) Maulwurfshaufen gibt es in den Gesteinsfeldern. Sie sind 20—30 cm hoch, wie die unserigen, und bestehen wie bei uns aus dicken Erdwülsten. Ob sie vom Maulwurf herrühren oder von einem Mull oder gar von Wühlratten, ist mir nicht bekannt. Bisher war die Existenz von ersteren beiden Tieren in der Kalahari überhaupt unbekannt. Da Maulwürfe — bei uns wenigstens — unbedingt Wasser brauchen und selbst tiefe Gänge zu demselben graben, ist es sehr fraglich, ob sie in der Kalahari vorkommen, und das Vorhandensein eines Mulls oder einer Wühlratte wahrscheinlicher.

2) Insekten.

Eine ganz gewaltige Rolle spielen die Insekten, von denen ja eine große Zahl in bestimmten Entwicklungsstadien in der Erde lebt, wie z. B. Schmetterlinge, Fliegen, Käfer, Spinnen, Heuschrecken und viele andere. Manche dieser Tiere legen ihre Eier in den Sand, die Larven leben in ihm oder verkriechen sich zur Verpuppung, andere leben dauernd in der Erde. Diese verschiedenen Tiere, die oft zu Millionen und Milliarden auftreten können, z. B. gewisse ungeflügelte Heuschrecken, durchwühlen indes ausschließlich die oberflächlichen Schichten und dürften kaum über einen Meter eindringen. Demnach erstreckt sich ihre Wirkung nur auf die Oberflächenschicht.

Zwei Insektenarten aber gibt es, die geologisch weitaus die wichtigste und bedeutsamste Rolle spielen, nämlich Ameisen und Termiten. Diesen beiden Arten gegenüber sind alle anderen Tiere zusammengenommen bedeutungslos.

a) Die Ameisen.

Zu meiner großen Beschämung muß ich gestehen, daß ich keine Sammlung dieser so außerordentlich wichtigen Tiere angelegt habe. Daher ist es mir nicht möglich, die verschiedenen Baue den Arten nach zu beschreiben, vielmehr muß ich sie nach äußerlichen Merkmalen schildern. In geologischer Beziehung ist die genaue zoologische Bestimmung der Tiere selbst freilich gleichgültig, solange man nur die Mündung der Nester an der Oberfläche und nicht auch ihre Tiefe und Ausdehnung kennt, die bei jeder Ameisenart verschieden sein dürften. So begnüge

ich mich denn festzustellen, daß die Zahl der Ameisenarten sehr groß ist und die Größe der Individuen von 1—2 mm bis zu 15 mm schwankt. Die größten sind die schwarzen Stinkameisen, die einen unangenehmen Geruch nach verderbenem Fleisch verbreiten, sobald sie gereizt werden.

Auf einige physiologische Verhältnisse der Ameisen aller bekannten Länder, die für den Nestbau wichtig sind, sei kurz hingewiesen.

Gegen Temperaturschwankungen sind sie sehr empfindlich, und zwar in dem Sinne, daß sie Wärme lieben und ihrer bedürfen, dagegen Kälte scheuen.

Viel wichtiger, vor allem für alle trockenen Länder, ist aber der Umstand, daß sie ein großes Bedürfnis nach Feuchtigkeit haben und ohne dieselbe nicht leben können.

Gehen wir nun zu dem Nestbau über.

Die Nester.

In der Kalahari handelt es sich ausschließlich um minierte Nester. So



Abbildung 16. Ameisenring von ca. 10 cm Durchmesser, aus grauem Sand mit weißen Kalkstücken, auf dem Kalktuffboden der Pfanne von Kuke.

nennt *Forel*[1]) alle Nester, die lediglich in der Erde ausgehöhlt sind und keine Oberflächenbaue aufweisen. Die bei Bildung der Höhlen und Gänge losgelöste Erde wird auf die Oberfläche geschafft und daselbst regellos herumgestreut oder in Form von Wällen und Ringen um die Öffnungen abgelagert. Die Sandkörner werden einzeln, oder zu Kügelchen zusammengeballt, von den Ameisen mit den Zangen herausgetragen — eine gewaltige, mühsame Arbeit.

In der Kalahari spielen Ringe von dieser Form die größte Rolle. Sie kommen in außerordentlicher Mannigfaltigkeit vor, in allen Größen zwischen 5 und 25 cm. Da wir die Ameisenarten nicht kennen, so ist es auch nicht möglich, die verschiedenen Baue mit Sicherheit auseinander zu halten. So mögen manche der verschieden großen Ringe von einer Art stammen und nur in verschiedenen Stadien der Entwicklung stehen, andererseits ist es sicher, daß eine ganze Zahl verschiedener Ameisenarten ähnliche Ringe aufwirft. Der Gehalt der Ringe an Sand schwankt nach nicht allzu genauen Messungen zwischen 3 und 150 ccm. 60—100 ccm dürfte der Durchschnitt sein.

Auf zwei Ringe sei besonders aufmerksam gemacht.

Die großen schwarzen Stinkameisen (Bl. 19, Fig. 10) bauen selten Ringe, sondern meist nur Halbringe, und zwar aus linsengroßen Sandkügelchen, die einzeln aus dem Bau herausgetragen werden. Diese Bauart wird verständlich, wenn man den Verlauf des Ganges betrachtet. Er kommt mit einem Winkel von 45° aus der Tiefe herauf, und der Sandhalbmond liegt gerade in der Verlängerung der Richtung des Ganges. Der Beschreibung nach, die *Forel*[2]) gibt, entspricht der Bau dieser Ameisen genau dem von Messor arenarius in der nordafrikanischen Wüste.

Eine zweite eigentümliche Mündungsform sind die „Maskenmundlöcher", wie ich sie der äußeren Form wegen nannte (Bl. 19, Fig. 9). Sie konnten bei Beginn der Regenzeit 1897—98 sehr viel beobachtet werden, und ich war sehr lange zweifelhaft, welchem Tier sie angehören, bis ich an einem trüben Tage kleine Ameisen an ihnen arbeiten sah. Die Mündungen sind 5 bis 6 cm breit und von einem Sandfächer umgeben, ähnlich Mäuselöchern.

Die äußerlich einander sehr ähnlichen Sandringe besitzen recht verschiedenartig gebaute Zugänge.

Die Gänge mancher, und nach meinen Beobachtungen stets kleiner Ringe von 5—8 cm Durchmesser gehen nur wenige Zentimeter senkrecht in die Tiefe und führen dann sofort horizontal zu einem Grasbüschel, in dessen Wurzelgewirr sie sich verlieren. Sie steigen anscheinend mit den Wurzeln hinab.

In anderen Fällen verläuft der Gang unter Abzweigung von Seitengängen und Ausbuchtung von Kammern an den Biegungsstellen anfangs im Zickzack schräg hinab, um dann plötzlich senkrecht in die Tiefe zu setzen (Fig. 11).

Bei anderen Ringen, deren Mündungsgang 3, 4, selbst 10 cm Durchmesser besitzen kann, führt der Gang anfangs 10—30 cm senkrecht in die Tiefe, biegt dann rechtwinklig um und führt geradeswegs nach den Wurzeln eines Baumes, Strauches oder Grasbüschels. Manchmal besitzt der Gang auch eine Kammer, von der Gänge seitlich abgehen (Fig. 2).

Der Gang der Stinkameise führt zunächst ca. 80 cm und mehr in gerader Richtung mit 45° Neigung hinab, dann biegt er um. Es war mir nicht möglich, ihn weiter zu verfolgen.

Sehr interessant sind die Gänge mit Kegeln (Fig. 3—8). Sie kommen bei klein- und großmündigen Ringen vor. Schon beim Hineinsehen von oben erblickt man in einigen Zentimetern Tiefe eine kleine Sandkuppel mit der Mündung eines Ganges. Legt man vorsichtig dieses Gebilde frei, so sieht man, daß es sich um einen runden Kegel handelt, der von einem Hohlmantel umgeben ist und in den oben auf der Spitze ein Gang von unten her mündet. Die Form der Kegel und Hohlmäntel ist verschieden. Doppelkegel, abgehende Gänge komplizieren zuweilen das Bild (Fig. 3, 4, 6).

Bei Sandpits habe ich einmal einen Gang 75 cm tief freigelegt. Es handelte sich um einen kleinmündigen Sandring. Ich grub eine 1 m tiefe Grube in ca. 30 cm Abstand von der Mündung und legte nun durch langsames seitliches Abtragen der Grubenwand, den Gang beständig mit einem Grashalm sondierend, vier übereinander folgende Kegel bloß (Fig. 8). Der unterste lag 75 cm unter der Oberfläche. Die Mündungen in den Kegeln waren stets so gelegen, daß sie durch die Wand des Mantels bedeckt waren, herabfallender Sand oder Wasser sie also nicht direkt treffen konnte. Der letzte Kegel lag noch in der graubraunen Vegetationsschicht, der Sand des Ringes war aber hellrot, stammte also aus erheblich größerer Tiefe. Da, wo ich aufhörte, war keinerlei Andeutung dafür vorhanden, daß das Kegelsystem ein Ende erreicht hätte. Man darf also annehmen, daß es in gleicher Weise noch tiefer herabging, bevor das Kammersystem des Nestes begann.

Oberflächenbaue, d. h. oberflächlich angelegte Nester, habe ich nie

mit Sicherheit beobachtet. Wohl sind kleine Sandhäufchen, ähnlich den kleinen Sandkuppeln unserer Ameisen, innerhalb der Grasbüschel dicht über dem Erdboden vorhanden, allein sie scheinen nur ausgeworfener Sand zu sein, analog den Ringen (Fig. 12). Nester mit Eiern u. s. w. fand ich nie darin.

Gewaltige Sandringe, die bis zu 3 m Durchmesser besitzen, legt eine 5—6 mm lange, schwarze, sehr starke, plumpe, gedrungene und kriegerische Ameise an, und zwar stets am Fuß von Bäumen und Sträuchern. Diese Sandringe sind 25 cm hoch und höher, und werden von zahllosen Gängen durchsetzt. Ob sie aber wirkliche Nester sind, kann ich nicht sagen. Mir schien es, als ob die Hauptgänge an den Wurzeln des Strauches entlang in die Tiefe führten und das Nest unter der Erde läge. Es wäre ja auch leicht verständlich, daß oberflächliche Ameisennester aus losem Sand in einem Lande, in dem Dürre und starke Gewitterregen abwechseln, ungeeignet sind.

Die Zahl der Ameisenringe ist einfach enorm. Ich möchte glauben, daß es in den Sandfeldern keine zehn Meter im Quadrat gibt, wo man nicht einige Ameisenringe fände. Zuweilen gleicht der Boden auf viele, viele Kilometer hin einem Sieb; so durchlöchert ist er von großmündigen Gängen und bedeckt von 10—20 cm breiten Ringen. Ich zählte in dem Gebiet der Teilung der Wege nach Kuke und Tscho-in auf weite Strecken hin pro Quadratmeter 5—6 Ringe von 15—20 cm Durchmesser und fingerdicken Mündungen. Zwischen Kubi und der Ochsenpfanne aber im Mai 1897 waren auf dem gleichen Raum häufig 10—12 kleine Ringe zu beobachten. Sind solche — freilich nicht ausnahmsweis und nicht lokal vorkommende — Beispiele auch als das Maximum in der Zahl der Ringe zu bezeichnen, so sind doch die durchschnittlich auf der Oberfläche vorhandenen Ringe zahlreich genug, um als geologische Faktoren, zumal im Laufe längerer Zeiträume, Beachtung zu verdienen.

Die eigentlichen Nester der Kalahariameisen habe ich nie untersuchen können. Dazu wären ausgedehnte Erdarbeiten notwendig gewesen. So kann ich denn Positives über sie nicht sagen, indes lassen sich im Vergleich mit den Ameisenbauten anderer Länder einige Wahrscheinlichkeitsschlüsse ziehen.

Die Nester der Ameisen anderer Länder.

Die Nester der Ameisen bestehen erfahrungsgemäß aus komplizierten Systemen von verzweigten und anastomosierenden Gängen, die sich zu Kammern erweitern. Letztere sind Behausungen der Ameisen selbst, sowie Bruträume für Eier, Larven und Puppen. Daneben werden mitunter Kornkammern angelegt, die zuweilen 12:15 Fuß große Räume vorstellen können. Namentlich bei amerikanischen Ameisen kommen solche Kammern vor. Von diesen Nestern strahlen zahllose Gänge in die Nachbarschaft aus und führen teils zu andern Nestern, so daß auf Hunderte von Metern hin die Kanal- und Kammersysteme sich ausdehnen, teils zu Bäumen in Form von 20 und mehr Meter langen, horizontalen Stollen. Wichtig sind vor allem auch die senkrechten Schächte, die zuweilen zum Grundwasser hinabgetrieben werden und bei 6—12 Zoll Durchmesser eine Tiefe von 30 Fuß erreichen können.[3])

Die Tiefe, bis zu der die Nester herabgehen können, ist bedeutend. So fand *Mc. Cook*[4]) die Nester der Honigameise noch in 4 Fuß Tiefe. Die Occident ant der Prärien, die die Umgebung der Nester mit grobem Kies pflastert, holt denselben aus 9 Fuß Tiefe herauf, und zwar erfolgt der Transport des Kieses etappenweise, unter Anlage von Kammern, in denen er provisorisch aufgespeichert wird.[5])

Bekannt ist es ja, wie unsere Ameisen mit Eiern, Larven und Puppen bei wechselnder Witterung wandern, wie sie sie an die Sonne bringen und gegen Regen schützen. Ähnliche Wanderungen in vertikaler Richtung machen die

amerikanischen Ameisen beim Wechsel der Jahreszeit. So steigt die Black erratic ant (Atta fervens) im Beginn des Winters bis zu 15—25 Fuß Tiefe hinab, wo die Durchschnittstemperatur 9° C. (48° F.) ist. Durch die Lebenstätigkeit der Ameisen wird dann die Temperatur in den Nestern auf 20° (89° F.) dauernd gebracht.[6])

Die Ameisen begnügen sich nicht damit, nur in lockerem Boden ihre Nester anzulegen. Sie dringen in die Spalten der Gesteine ein und schaffen Höhlungen. Ja, *Mc. Cook* fand einen Sandstein bis zu 4 Fuß Tiefe von den Nestern der Honigameise durchwühlt.[1])

Wie dürften die Nester der Kalahariameisen beschaffen sein?

Man darf wohl annehmen, daß die Nester im wesentlichen denselben Charakter haben, wie in andern Ländern, also aus einem Gewirr von Gängen und Kammern bestehen, die nicht nur untereinander, sondern auch mit andern Nestsystemen verbunden sind. So dürften die zahllosen Mündungen, die zuweilen weit und breit den Sand durchlöchern, wohl einheitlichen Nestern resp. zusammenhängenden Nestsystemen angehören. Demnach dürfte der Sand in gewaltigster Weise durchwühlt und unterminiert sein.

Für die Tiefe, bis zu der die Ameisen ihre Nester anlegen, dürfte ihr Feuchtigkeitsbedürfnis maßgebend sein. Wenn man auch annehmen mag, daß die Ameisen eines so trockenen Landes mehr der Trockenheit angepaßt sind, als die einer feuchten Gegend, so ist es doch sicher, daß auch die Kalahariameisen ein großes Feuchtigkeitsbedürfnis haben. Auf mit Wasser, Speichel, selbst Urin befeuchteten Sand stürzen sie sich mit sichtlicher Gier und lassen sich nicht so leicht, selbst nicht durch tätliche Eingriffe, vom Saugen abhalten. Die Feuchtigkeit ist ihnen also ganz gewiß dringendstes Bedürfnis.

Daher darf man wohl annehmen, daß sie während der heißen trockenen Monate sehr tief in den Sand hinabgehen, wo er sich feucht erhält und sie Wasser aus ihm aufsaugen können.

Nester bei flacher Sandschicht.

Wie in Amerika und bei uns, machen auch die Ameisen der Kalahari bei wenig tiefer Bodenschicht am Gestein nicht Halt. Sie dringen in die Spalten ein, schaffen Gesteinsbrocken heraus und lagern sie mit dem Sand auf der Oberfläche ab. In einem Fall an der ²Gai ³ke-Pfanne konnte ich feststellen, daß sie aus 60 cm Tiefe Kalksteinstücke von 5 : 8 mm Länge massenhaft heraufgeholt hatten (Fig. 1). Die Ameisen waren 8 mm lang, der Gang hatte 7—8 mm, der Sandring 100 mm Durchmesser. Beispiele dafür, daß Gesteinsstücke des Untergrundes bis zu 5 mm Größe in dem Sand der Ringe liegen, sind zahllos und eine allgemeine Erscheinung im Bereich des Decksandes.

Daß die Ameisen tatsächlich in das Gestein eindringen, geht zur Genüge daraus hervor, daß sie sehr häufig weiße Kalkerde heraus bringen und mit dem Sand zusammen in Ringform ablagern. Solche weiße Ringe auf rotem Sand sind naturgemäß sehr auffallende Bildungen, die man nicht leicht übersehen kann. In einem Fall, in der Nähe von Kubi, fand ich bei 1 m Tiefe, neben einem solchen weißen Ring grabend, noch nicht den Untergrund.

Man darf wohl annehmen, daß die Ameisen bei ca. 2 m tiefem Sand noch Gesteinsgrus und Verwitterungsprodukte hinaufschaffen können.

In Kuke und Inkauani durchwühlten die Ameisen den Pfannenkalktuff, indem sie den Sand der Röhren ausräumten.

Der Beweggrund, in das Gestein selbst einzudringen, dürfte in dem Bedürfnis nach Feuchtigkeit zu suchen sein. Denn zwischen den Spalten des Gesteins hält sich dieselbe länger als im losen Sand. Außerdem sind die Nester daselbst wohl geschützter.

Nester in tiefem Sand.

Daß die Ameisen bei tiefem Sand in bedeutende Tiefe eindringen, geht wohl daraus mit Sicherheit hervor, daß sehr viele Ringe aus lebhaft rotgefärbtem Sand bestehen. Dieser frischrote Sand ist unter der Vegetationsschicht gelegen. Da nun letztere wahrscheinlich soweit reicht, wie die Wurzeln der Vegetation, und diese, wie die Querschnitte am Botletle zeigen, bis zu 5, ja 8 m Tiefe den Sand durchdringen, wahrscheinlich sogar noch viel tiefer gehen können, so ist es eine sehr vorsichtige Annahme, wenn ich sage, daß die Ameisennester in dem roten Sand 5 m tief unter der Oberfläche liegen können.

Die Verlegung der Nester mit der Jahreszeit.

Bei Beginn der Regenzeit und der Trockenzeit entfalten die Ameisen jedesmal eine lebhafte Tätigkeit im Neubau der Nester. Das erkennt man an den Mengen frischen Sandes, der ausgeworfen wird. Man darf wohl daraus schließen, daß



Abbildung 17. Termitenkegel, ca. 12—15 cm hoch, auf dem Kalktuffboden der Pfanne von Kuke. Der Block rechts ist zelliger Kalktuff.

die Tiere ihre Nester verlegen und Regenzeit-, resp. Trockenzeitquartiere beziehen. Die Lage ihrer Nester wechselt also mit den Jahreszeiten. Es fragt sich nur, flüchten die Tiere vor dem Regen in die Tiefe und kehren sie im Beginn der Trockenzeit nach oben zurück oder ist das Gegenteil der Fall?

Daraus, daß im Beginn der Regenzeit die Ameisen in großen Mengen gerade in der Umgebung der doch verhältnismäßig feuchten Vleys bauen, und zwar den grauen humosen Vleysand der Vegetationsschicht auswerfen, glaube ich folgern zu dürfen, daß sie die Nester in geringer Tiefe anlegen, also wohl nach oben wandern. Demnach fürchten sie wohl nicht so sehr die Nässe des doch recht durchlässigen Sandes, als vielmehr die Austrocknung. Sie steigen also im Beginn der Regenzeit hinauf, im Beginn der Trockenzeit hinab, der Feuchtigkeit folgend. Eine solche Annahme hat wohl nichts Befremdliches.

b) Die Termiten.

Nicht die hohen Bauten der Termiten, die als gewaltige Türme und Kuppeln aufragen, verlangen unsere Aufmerksamkeit in geologischer Hinsicht, sondern die

kleinen vergänglichen Häuflein, die massenhaft entstehen und ebenso schnell wieder verschwinden. Erstere bestehen aus harter verkitteter Erde, sind in der Kalahari meist ganz vereinzelt, werden sehr langsam zerstört und sind daher geologisch nicht so wichtig.

Anders die kleinen Termitenkegel (Fig. 16—19, Abbild. 17). Sie sind von sehr wechselnder Größe. Anfangs nur wenige Kubikzentimeter Erde fassend, wachsen sie schnell zu Haufen von der Größe unserer Maulwurfshaufen mit 3, 5, 8 Litern Sand an. Es gibt aber auch 40 cm hohe Haufen mit 25 und mehr Litern Sandgehalt.

Ihre Gestalt ist im allgemeinen kegelförmig. Sie sind aus linsen- bis erbsengroßen Sandkügelchen, die bei der Berührung zerfallen, locker aufgeschüttet. Auf der Basis des Haufens, meist in der Mitte, mündet ein Gang von 3—5 mm Durchmesser, der senkrecht aus der Tiefe aufsteigt und unter der Erde als 20

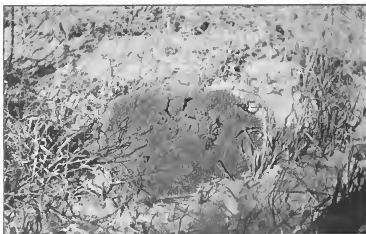


Abbildung 18. Termitenkegel von ca. 30—40 cm Höhe mit mehreren, durch Windablation bloßgelegten Röhren. Sandfeld zwischen Mankwe und Gautsirra.

bis 60 cm lange, gerade Röhre sondiert werden kann. Von der Mündung dieses Ganges geht eine aus leicht verkittetem Sand bestehende Röhre aus, die 4—8 mm Durchmesser hat und senkrecht in den aufgeworfenen Sandhaufen aufsteigt. In größeren Kegeln findet man mehrere verzweigte Röhren (Abbild. 18).

Interessant ist die Art und Weise, wie ein solcher Haufe zustande kommt. Die Termiten bauen ja meist nachts. Allein an trüben Tagen kann man oft beobachten, wie sich der Haufe an der Spitze bewegt und hebt. Sandkügelchen rollen den Abhang hinab. Streicht man dann plötzlich mit der Hand dicht über der Oberfläche des Bodens den aufgeschütteten Haufen fort, so erblickt man in der Mündung des Ganges eine gewaltige Termite mit braunem breiten Kopf und Nacken, während der zerstörte Haufe gewöhnlich keine Tiere enthält. Demnach muß die eine Termite den Sand bewegt und ausgeworfen haben. Das geschieht, wie man bei schneller Operation beobachten kann, dadurch, daß das Tier die in der oft 10—15 cm hohen Röhre befindliche Säule der Sandkügelchen mit dem Kopf in

die Höhe schiebt — gewiß eine gewaltige Kraftleistung. In großen Haufen mit verzweigten Röhren findet man während der Eruption auch in dem zerstörten Haufen einige Termiten, die wahrscheinlich in den einzelnen Ästen der Röhren saßen.

Die geballten Sandkügelchen werden also jedenfalls einzeln aus der Tiefe von den Termiten, zwischen den Zangen gefaßt, heraufgebracht, während eines der Tiere das Hinaufschieben durch die Röhren übernimmt.

Die Termitenkegel kommen in Kolonien vor und stehen oft sehr dicht. So zählte ich im Mai 1897 an einer Stelle nordöstlich von Gantsirra auf einem Quadrat von 10 m Seitenlänge 251 solcher Haufen, die nach einer auf mehreren Messungen beruhenden Schätzung insgesamt ca. 50 l Sand enthalten mochten. Da die Kegel durch Regen schnell zerstört werden, so muß man annehmen, daß sie seit dem letzten Regen, also etwa innerhalb eines Monats, entstanden waren. Die Fläche war rund 100 qm groß, also sind in einem Monat per Quadratmeter 500 ccm Sand heraufgeschafft worden.

Innerhalb der Pfanne von Kuke standen am 7. Mai 1897 auf einem Quadrat von 15 Schritten Seitenlänge (= 12 m) 89 Haufen mit nach Messung ca. 17.5 l Sand. Am folgenden Morgen waren 21 neue Eruptionen erfolgt mit 10.5 l Sand. Die 89 Haufen müssen gleichfalls während eines Monats entstanden sein, pro Quadratmeter also, bei ca. 144 qm Oberfläche, 80 ccm.

Die Kolonien wechseln sehr schnell. Wiederholt konnte ich beobachten, daß an Stellen, wo keine Spur von Termiten zu finden war, sich die Erde in wenigen Tagen mit ihren Haufen bedeckte, z. B. am Lager bei Ssepotes Kraal am Ngami, im alten Lager von Tschutschmani u. a. O. Ebenso schnell waren sie verschwunden und die Haufen zerstört. Im Oktober 1897 war in Kuke nichts mehr von Termitenhaufen zu entdecken, ebensowenig bei Ssepotes Kraal und in Tschutschmani, als ich einige Wochen nach dem Auftreten der Haufen wieder die Stellen besuchte. Demnach müssen die Termiten wohl vielfach auf der Wanderschaft sein.

Die Bauten und Nester der Termiten in der Erde habe ich nie untersuchen können. Nur einmal sah ich ein 1 : 2 m langes und 2 m tiefes Loch mitten auf dem Wege von ²Kchautsa-W. nach Chanse, das einem Termitenbau angehörte. Wie tief sie in den Sand eindringen, kann ich nicht mit Sicherheit sagen, allein indirekt lassen sich doch aus verschiedenen Beobachtungen Schlüsse ziehen.

Im Bereich des Decksandes dringen die Termiten in das Gestein ein, wie auch die Ameisen. Ihre Haufen enthalten häufig, ja stets Gesteinsbrocken und Verwitterungsprodukte des Untergrundes. Häufig bestehen sogar die Haufen ganz oder teilweise aus Kalkerde, die sie ja nur aus dem liegenden Kalk herausgeholt haben können.

Sehr interessant war folgende Beobachtung an einem Haufen am Wege zwischen Kwachara ³nei und Sserihes (Fig. 19).

Auf der hellen Sandhaut (a^2), unter der graubrauner Sand der Vegetationsschicht lag, stand ein Kegel aus weißer Kalkerde mit linsengroßen eckigen Kalkstücken (b^1). Die Spitze war aber mit hellenchtender Roterde (c^1) bedeckt, deren Kügelchen wohl erst in letzter Nacht ausgeworfen worden waren. Diese Roterde war zersetzte Grauwacke der Chanseschichten. Demnach muß man annehmen, daß die Termiten durch die wohl dünne Kalkschicht in unterliegende zersetzte Grauwacke eingedrungen sind. Daß sich bei dünner Sand- und Kalkdecke die Grauwacke zersetzen kann, ist ja an sich nicht auffallend, und auf den von dünner Kalkdecke bedeckten Grauwackenwällen kann man solche Verwitterung des Grundgesteins auch direkt beobachten.

Dieses Beispiel zeigt jedenfalls deutlich, daß die Termiten in das Gestein selbst einzudringen vermögen.

II. Die geologische Wirkung der Bodentiere.

Betrachten wir nun einmal die geologische Einwirkung aller dieser Tiere auf den Boden.

Wie die Baue der Tiere in zwei Teile zerfallen, den in der Erde gelegenen eigentlichen Bau, und an der Oberfläche die Mündungen und Auswurfstoffe, so ist ihre geologische Bedeutung verschieden für das Innere des Bodens und dessen Oberfläche.

1) Die Bedeutung der unterirdischen Baue.

Die Einwirkung besteht teils in einer Veränderung der physikalischen Beschaffenheit, teils in direkter chemischer Umwandlung des Bodens.

a) Mechanisches Durchwühlen des Sandes.

Sand, Verwitterungsprodukte und Gesteinstücke des Untergrundes werden aus der Tiefe heraufgeschafft, erreichen teils die Oberfläche, teils bleiben sie unterwegs liegen. Die Gänge und Kammern stürzen aber in dem lockeren Boden bald ein. Das eindringende Regenwasser, das Lockerwerden des Sandes infolge von Austrocknen begünstigen die Zerstörung. Immer wieder werden wohl die alten Baue repariert, neue Gänge und Kammern angelegt. So erfolgt durch das Herauftransportieren von Bodenteilen nach oben und das beständige Einstürzen nach unten hin eine gründliche Durchmischung des Bodens, die viel bedeutender sein dürfte, als die Menge des ausgeworfenen Sandes vermuten läßt.

Das Einbrechen der Baue ist anscheinend mit Entstehung von Rissen verbunden (Fig. 13—15). Diese haben auf der Oberfläche einen welligen, zackigen Verlauf, viele Meter Länge, sind oft verzweigt und setzen mit steilen, aber ungleichmäßigen Winkeln in die Tiefe. Die Kluftflächen sind auch nicht ebene Flächen, sondern leicht gewellt. Daß es sich wirklich um Risse handelt, die durch Einbruch hervorgerufen werden, geht daraus hervor, daß eine Seite oft abgesunken ist. Eintrocknungsspalten können es kaum sein. Solche dürften in so lockerem Sand überhaupt nicht vorkommen, auch sehen sie anders aus.

b) Einfluß auf die Wasserzirkulation.

Das Regenwasser versinkt in aufgelockertem Sand schneller als in festem, und auf den Gängen kann es unter Umständen sehr schnell in großen Mengen in die Tiefe dringen. Dagegen wird das kapillare Aufsteigen vermindert. Denn dasselbe macht nicht nur an allen Gängen und Kammern Halt, sondern ist auch in aufgelockertem, also grobporösem Sand geringer als in dichtem, feinporösem. Immerhin scheint die Herabsetzung des kapillaren Aufsteigens der Feuchtigkeit nicht sehr bedeutend zu sein, da der Sand in 20—30 cm Tiefe schon nicht mehr absolut trocken ist.

c) Einfluß auf die Luftzirkulation.

Von allergrößter Bedeutung sind die Baue der Tiere für Beförderung der Luftzirkulation. Nicht nur bläst der Wind in die großen Baue direkt hinein und setzt die Bodenluft unter Drucksteigerung in Bewegung, viel wichtiger ist Luftbewegung, die durch Aspiration entsteht, wenn der Wind über die Oberfläche hinfährt und auf die Bodenluft eine saugende Wirkung ausübt. Dadurch gerät dieselbe in eine Bewegung, die bei der Heftigkeit und Konstanz der Winde in der Kalahari eine bedeutende Wirkung haben muß.

Gleichzeitig mit der Bodenluft wird, wie alle andern Gase, auch der Wasserdampf in Bewegung gesetzt und aus der Tiefe nach oben geführt. Dadurch erfolgt wohl eine gewisse Kompensation für die Verminderung des kapillaren Aufsteigens der Feuchtigkeit. Jedenfalls besteht der Effekt in einer

Austrocknung des Sandes, indem der an die Oberfläche der Steppe und der größeren Gänge gelangte Wasserdampf durch Verdunstung dauernd dem Boden entzogen wird.

Durch die in a—c geltend gemachten Einflüsse wird eine Beschleunigung in der Bewegung der verschiedenen Elemente des Bodens — Sand, Feuchtigkeit und Luft — bewirkt und damit wohl auch chemische Umsetzungen erhöht. Hier sei nur auf drei bedeutsame chemische Einwirkungen hingewiesen, nämlich die Düngung des Bodens, die Verhinderung der Humusbildung und die Oxydation des Eisens.

d) Die Düngung des Bodens.

Dieselbe erfolgt durch den Kot der Millionen und aber Millionen von Tieren. Diese fressen nun aber nicht nur pflanzliche und tierische Stoffe, die schon an und für sich dem Boden angehören, sondern bringen auch von der Oberfläche her bedeutende Mengen derselben unter die Erde. Namentlich die Ameisen dürften in dieser Hinsicht von größter Bedeutung sein. Hat doch *Forel*[*]) den täglichen Konsum eines großen Ameisennestes an großen Insekten auf 100 000 Stück berechnet! Daß große Vorräte an Samen aber von manchen Arten unterirdisch aufgespeichert werden, ist oft genug beobachtet worden. Die Folge der Düngung kommt sicherlich in erster Linie der Vegetation zunutze, allein es mögen bei der nachfolgenden Zersetzung der Kotmassen und tierischen Kadaver doch auch Stoffe entstehen, die auf eine chemische Umsetzung der mineralischen Bestandteile des Bodens von Wichtigkeit sein könnten, wie z. B. Schwefelwasserstoff, sowie Salpetersäure, organische Säuren und Ammoniak. Es ist dieses ein wenig bekanntes, aber vielleicht wichtiges Kapitel der Bodenkunde.

e) Die Verhinderung der Humusbildung.

Humus bildet sich in feuchtem, luftarmem Boden, am besten bei niedriger Temperatur. Unter solchen Bedingungen sind die Feinde der Humusbildung — d. h. Tiere, die die Pflanzenreste fressen, Pilze und Bakterien, die die Vegetabilien zerstören, ferner kräftige Bewegung der Luft, die den Humus durch Oxydation vergast — am unschädlichsten. Im Kalaharisand ist die Humusbildung gering. Zahllose Tiere fressen die pflanzlichen Stoffe auf. Namentlich sind die Termiten hierbei tätig. Die Austrocknung und Durchlüftung zerstört aber den bereits gebildeten Humus. Er wird teils vergast, teils in trockene, mulmige, für die Vegetation wertlose, schwärzliche Massen verwandelt. Auch die physikalische Beschaffenheit .des Bodens wird durch diesen sogenannten „trockenen Humus" nicht im Sinne gesteigerter Wasserkapazität verbessert. Tatsächlich enthält die Vegetationsschicht des Kalaharisandes hauptsächlich diesen staubigen, mulmigen Humus. Nur im Bereich der Vleys und in dem Schlammboden derselben findet man wirklich humose Böden, die auch erhebliche wasserhaltende Kraft besitzen.

f) Die Oxydation des Eisens.

Der Kalaharisand ist oberflächlich bis zu ca. 5 m Tiefe rot gefärbt, dann wird er weiß. Weiß ist er auch überall da, wo er zeitweilig unter Wasser steht, wie z. B. in den Vleys. Die Rotfärbung beruht auf einer Oxydation des Eisenoxyls unter dem Einfluß des Sauerstoffs der Luft. Ursprünglich enthält der Kalaharisand anscheinend Oxydulverbindungen des Eisens. Sie sind in der Tiefe erhalten geblieben, wo die Luftzirkulation gering ist, und ebenso in den Vleys, wo die vegetabilischen Stoffe des Wassers reduzierend wirken. Soweit aber infolge der durchwühlenden Tätigkeit der Tiere eine lebhafte Luftzirkulation stattfindet, ist das Eisen oxydiert und der Sand deshalb rot gefärbt. Nur innerhalb der Vegetationsschicht ist die Oxydation durch reduzierende Prozesse eingeschränkt worden, der Sand also grau bis rötlichgrau.

Aus diesen Bemerkungen dürfte hervorgehen, daß die Bodentiere von wesentlicher Bedeutung für die chemische und physikalische Beschaffenheit des Kalaharisandes sind.

2) Die Bedeutung der ausgeworfenen Sandmassen.

Die losen Sande, die aus den verschiedenen Bauen der großen und kleinen Tiere ausgeworfen werden, haben der Hauptsache nach nur eine geologische Bedeutung: sie sind Material für die transportierenden Kräfte des Windes und des Regens.

Bei der lockeren, porösen Beschaffenheit des Sandes wird das Regenwasser schnell verschluckt, zu Erosion durch fließendes Wasser kommt es nicht. Wohl aber werden die aufgeschütteten Haufen, die vor den Bauen der großen Tiere liegen, die losen Sandkegel der Maulwürfe und Termiten, die Ringe der Ameisen durch die Regengüsse zerstört und über die Oberfläche ausgebreitet.

Viel wichtiger ist aber die Windwirkung. Bei der dichten Gras- und Buschvegetation der Kalahari kann der Wind keine bedeutende Tätigkeit entfalten.



Abbildung 19. Abgetragener Termitenkegel mit zwei durch Windablation bloßgelegten Röhren. Kalktuffboden der Pfanne von Kuke.

Der Sand liegt durchaus fest, fester, als bei uns der Sand eines dicht bewachsenen Feldes, den ja der Pflug aufgelockert hat. Sandtreiben ist nicht vorhanden, höchstens lokal auf vegetationslosen Stellen, z. B. auf den Pfannensandsteinflächen oder dem Boden von solchen Pfannen wie Tsch-uku. Daß dem so sein muß, beweisen schon mit absoluter Sicherheit die zahllosen Ameisenbaue; denn fliegender Sand und Ameisen schließen sich aus, das kann man auch bei uns beobachten und ist leicht verständlich. Der Flugsand verschüttet eben die Baue.

Die Bedeutung der aufgeworfenen Haufen beruht darin, daß sie dem Wind Material liefern, das er ergreifen und transportieren kann. Sobald Sand aus der Tiefe herausgeschafft wird, trocknet er zunächst vollständig aus, etwaiger noch vorhandener Humus „verbrennt", d. h. er geht in mulmigen, staubigen Humus über. Beobachtet man nun bei starkem Wind einen solchen Haufen, z. B. einen Ameisenring, so sieht man, daß die Sandkörner bei jedem Windstoß in Bewegung geraten. Sie werden den Abhang hinaufgeschleudert und fallen über den Rand herüber oder rollen beim Nachlassen des Windes den Abhang wieder herab. Staub und Wurzelfasern werden mit anhaftenden Sandkörnern fortgeblasen. Das Resultat ist eine Ausebenung des Ringes, und zwar unter Saigerung und Befreiung des Sandes von den staubigen, humosen, vegetabilischen Substanzen. Das Resultat ist ein verwischter, kaum erhabener, etwas dunkel gefärbter Sandfleck.

Ähnlich verläuft die Abtragung der andern Haufen. In den Termitenkegeln werden die verkitteten Röhren durch Windablation bloßgelegt und bleiben eine Zeit stehen, bis auch sie zusammenbrechen (Fig. 18 und Abbild. 18 und 19).

Sehr wichtig ist die Rolle der lokalen Wirbelwinde, die an jedem warmen Tage zu Hunderten täglich über die Ebene fegen und Sand um sich schleudern. Gerade bei diesem Herumgewirbeltwerden wird der Sand ganz energisch gesaigert und der leichte Staub und Humus von dem Quarzsand getrennt. Den ausgeblasenen Staub können dann aber die gewöhnlichen Winde weiter transportieren.

III. Die Erklärung verschiedener Erscheinungen im Kalaharisande.

Durch die kombinierte Arbeit der verschiedenen Tiere, durch das Durchmischen des Sandes, den Transport an die Oberfläche, die Ausbreitung und Windsaigerung des ausgeworfenen Materials werden einige Eigentümlichkeiten des Kalaharisandes erklärt.

a) Die Bildung des Decksandes.

Indem zersetztes und unzersetztes Material des Untergrundes, teils durch Scharren und Graben, wie es die großen Tiere tun, teils durch mühsamen Transport der einzelnen Partikel durch Ameisen und Termiten herausgeholt und an die Oberfläche gebracht wird, zum größten Teil aber wohl unterwegs liegen bleibt, indem ferner die Gänge und Kammern fortwährend einstürzen und aufs neue gegraben werden, entsteht die Durchmischung des Sandes mit den Bestandteilen des Untergrundes. So erklärt es sich auch, warum der Decksand um so reicher an solchen Bestandteilen ist, je weniger mächtig er ist, und warum sie sich bei zunehmender Mächtigkeit ganz verlieren.

Um uns zahlenmäßig ein Bild zu machen von der Intensität der Durchmischung des Sandes mit Material des Untergrundes bei bestimmter Tiefe des Sandes, in bestimmter Zeit, fehlt es uns durchaus an Beobachtungsmaterial. Selbst wenn wir annähernd die Menge von Gesteinsbrocken und Verwitterungserde kennen würden, die jährlich pro Quadratmeter auf die Oberfläche gelangt, würde die Rechnung nicht stimmen, da uns für den zweiten wichtigen Faktor der Berechnung, nämlich die unterwegs liegen bleibende Menge von Material, jeder Maßstab fehlt. Wir müssen uns damit begnügen, festzustellen, daß der Decksand mit allen seinen Erscheinungen durch die Tätigkeit der Bodentiere sehr wohl erklärt werden kann. Eine primäre Durchmischung von Sand und Verwitterungsmaterial des Gesteins durch strudelnde Gewässer anzunehmen, ist deshalb durchaus unstatthaft, weil der Sand absolut ungeschichtet ist und Schotter, Grande und alle sonstigen Anzeichen fließenden Wassers fehlen.

b) Die Bildung der Sandhaut.

Die Sandhaut ist, wie ich glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, ausschließlich ein sekundäres Produkt der wühlenden Tiere. Wind und Regen zerstören die aufgeworfenen Haufen, der Quarzsand wird durch Windsaigerung von dem leichten humosen, kieseligen und vielleicht auch tonigen Staub befreit und auf der Oberfläche ausgebreitet. So entsteht die ½—2 cm dicke, aus ziemlich reinem Quarzsand bestehende Oberflächenhaut. Der Sand erfährt zu gleicher Zeit eine starke Ausbleichung, wie sie stets mit Austrocknen Hand in Hand gehen dürfte.

Über die Schnelligkeit, mit der sich die Sandhaut bildet, kann man sich nur annähernd ein zutreffendes Bild machen. Wir sahen, daß allein durch Termiten auf einer 100 qm großen Fläche 50 l Erde im Laufe eines Monats ausgeworfen worden waren. In einer einzigen Nacht waren ferner in Kuke

auf einem Quadrat von 15 Schritt Seitenlänge 21 Kegel mit 10.5 l Erde entstanden. Ist eine solche intensive Tätigkeit auch nicht überall zu finden, so ist es doch sicher, daß streckenweise sehr bedeutende Mengen von Sand — d. h. von 1000 ccm per Quadratmeter und mehr — im Jahr ausgeworfen werden. Ich glaube also eine mäßige Zahl zu wählen, wenn ich als jährliches durchschnittliches Quantum 100 ccm Sand per Quadratmeter Oberfläche annehme.

Bei einer durchschnittlichen Stärke von 1 cm würde die Sandhaut pro Quadratmeter 10000 ccm = 10 l Sand enthalten. Da nun aber Grasbüsche, Bäume, Sträucher im allgemeinen wohl die Hälfte des Bodens bedecken, darf man nur 5 l rechnen. Diese Menge würde bei einer jährlichen Produktion von 100 ccm Sand im Laufe von 50 Jahren geliefert werden, bei einer größeren jährlichen Produktion in entsprechend kürzerer Zeit. Also bei 1 l per Quadratmeter in nur 5 Jahren.

Vielleicht ist es von Interesse, sich von der Menge des in der Sandhaut enthaltenen Sandes ein Bild zu machen.

1 qm Oberfläche hat durchschnittlich eine Sandhaut von 5 l Inhalt, 1 qkm (1000000 qm) demnach 5000000 l = 5000 cbm Sand. Derselbe würde also einen Bahndamm von 2 m Höhe, 4 m Breite und 625 m Länge bilden.

Auf jedem Quadrat von 100 km Seitenlänge würde ein aus der Sandhaut gebildeter Bahndamm von gleichem Querschnitt (2 : 4 m) eine Länge von 6250 km haben. Das ist eine Entfernung wie von Johannesburg nach Kairo! Aus der Sandhaut der gesamten Kalahari könnte man aber ca. 150 solcher Bahndämme aufschütten oder einen Damm, der mehr als 23 mal im Äquator (40070 km) um die Erde laufen könnte!! Und das alles ist von den Bodentieren gelieferter Sand, und zwar geliefert — ganz bescheiden gerechnet — in 50 Jahren, vielleicht aber auch in sehr viel kürzerer Zeit!

Sehr interessant ist die Frage, was aus der Sandhaut wird. Man kann wohl mit Sicherheit annehmen, daß sie allmählich in der Vegetationsschicht aufgeht. Wie geschieht das aber?

Der Gedanke liegt nahe, daß die abfallenden Blätter, Grashalme, Zweige usw. sich mit der Sandhaut mengen und diese so allmählich in die Vegetationsschicht einverleibt wird. Diese Vorstellung ist jedoch unhaltbar. Einmal werden die oberflächlich liegenden vegetabilischen Stoffe schnell zersetzt, fortgeblasen oder gefressen, so daß sie sich kaum mit dem Sand mengen können, vor allem aber sprechen die Beobachtungen gegen solche Auffassung. Niemals findet man eine mit vegetabilischen Substanzen gemischte Sandhaut, die nach unten in die Vegetationsschicht allmählich übergeht, stets ist die Grenze zwischen beiden scharf und der Sand rein.

Die Einverleibung der Sandhaut erfolgt vielmehr bei Erneuerung der Vegetation. Gräser und Büsche entwickeln sich auf den vegetationsfreien Sandstellen aus Samen oder Rhizomen neu und erfüllen in ihrem Bereich die Sandhaut mit Wurzeln, während die oberirdischen Teile der alten Pflanzen zu Grunde gehen. Junge Pflanzen ersetzen also fortwährend die alten, die, einmal abgestorben, überraschend schnell zerstört werden durch Tierfraß — besonders Termiten — und bakterielle und pilzliche Zersetzung.

Wie schnell sich Grasbüschel, Sträucher, Bäume erneuern, wissen wir nicht. Von diesem Prozeß hängt aber die Dauer der Sandhaut an jeder einzelnen Stelle ab.

e) Das Wandern des Sandes.

Der Kalaharisand macht wohl den Eindruck eines festliegenden Sandes, allein so absolut stabil ist er doch nicht. An jedem Grasbüschel, jedem Strauch häuft sich die Sandhaut an, so daß diese gleichsam auf einer Anschwellung der Sandhaut stehen.

Wohl werden die Kalkpfannen, die Pfannensandsteinflächen nicht von Flugsand überschüttet, allein von den Rändern her dringt der Sand doch ins Innere vor, und auf der Leeseite jedes Steins, der auf den Pfannensandsteinflächen liegt, findet sich ein Häufchen Sand. Bei starkem Wind sieht man auch, wie der Sand über die Felsfläche gejagt wird. Dabei wetzt er sie ab, die harten Chalcedonknollen leisten Widerstand und werden als rundliche und zerfressene Höcker herausmodelliert.

Die Bewegung des Sandes ist natürlich ein Werk der Winde, allein nicht die Sandhaut wird verschoben, sondern der Sand der tierischen Haufen wird bei der Abtragung ein Stück weit in der Richtung des Windes geweht. Den Betrag dieser Verschiebung zu berechnen, fehlt es uns noch an Beobachtungsmaterial, doch habe ich den Eindruck gewonnen, daß sie nur sehr geringfügig ist. So möchte ich es schon für sehr fraglich halten, ob die Überschüttung der Grauwackenwälle im Chansefeld mit Kalaharisand dem soeben beschriebenen Prozeß zuzuschreiben ist. Ganz unwahrscheinlich erscheint es mir aber, daß derselbe das Andrängen des Sandes gegen die Berge des Ngamirumpfes, das Verschieben der Sandzungen zwischen den Bergen bewirkt haben sollte. Folgende, wenn auch nur annähernd richtige Berechnung wird das zeigen.

Der Sand liegt auf der Ostseite der Kwebeberge um etwa 20 m höher, als auf der Westseite. Nehmen wir an, die Böschung des aufsteigenden Sandes beginne in 2 km Abstand von dem Fuß der Berge, so ist der Inhalt des aufgeschütteten Sandes in jedem Querschnitt $\frac{20 \times 2000}{2}$ qm $= 20000$ qm. Nehmen wir nun auch an, daß die 1 cm dicke Sandhaut in nur 5 Jahren gebildet wird, so würde der Sand pr. Quadratmeter Querschnitt in 500 Jahren, der Sand der gesamten Anhäufung aber in 10000000 Jahren geliefert werden sein. Dieser Zeitraum ist zu ungeheuerlich, um glaublich zu sein. Wir werden uns nach einer andern Entstehungsweise umsehen müssen.

Anmerkungen.

[1]) *Forel:* Die Nester der Ameisen. Neujahrsblatt, herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr 1887. Zürich 1885—1894.
Ferner: Les Fourmis de la Suisse. Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften. Bd. 26. 1874.

[2]) — Die Nester der Ameisen u. s. w.

[3]) *Marshall:* Leben und Treiben der Ameisen. Leipzig 1889. S. 62.

[4]) *Mc. Cook:* The Honey Ants of the Gardens of the Gods. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 1881. S. 34.

[5]) — The Honey Ants of the Garden of the Gods and the Occident Ant of the American Plains. Philadelphia 1882. S. 133. 149.

[6]) *Lincecum:* History of the small black erratic ant. Proceedings Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1866. S. 105.

[7]) *Mc. Cook:* Proceed. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1881.

[8]) Zitat nach *Marshall,* l. c. S. 69.

Kapitel XVII.

Die Kalkpfannen des Chansefeldes.

Während der Darstellung des Chansefeldes wurden die einzelnen Kalkpfannen beschrieben und auch im zusammenfassenden Teil ihrer wiederholt Erwähnung getan. In diesem Kapitel wollen wir alle diesbezüglichen Beobachtungen noch einmal nach bestimmten Gesichtspunkten ordnen, um zu einer Vorstellung ihrer Entstehung und ihrer morphologischen Verhältnisse zu gelangen. Gerade die Kalkpfannen verdienen ja eine besonders eingehende Schilderung, teils wegen ihres allgemein wissenschaftlichen Interesses, teils wegen ihrer praktischen Bedeutung als Quellen in der Steppe. Die Frage z. B., ob sich überall unter dem Kalk Wasser findet, kann nur durch eine genaue Erforschung der Pfannen gelöst werden.

I. Der Aufbau der Kalkpfannen.

Die Pfannen sind über das ganze Chansefeld ungleichmäßig zerstreut. Wo sich viel Kalk findet, treten sie am zahlreichsten auf, so z. B. im Distrikt von [2]Nucha—[3]Neits-o und im nördlichen Chansefeld. Zuweilen liegen sie auf langen Linien, die dem Streichen des Grundgesteins parallel laufen ([2]Kehautsa C., Mankwe).

Das Grundgestein unter der Pfanne besteht aus Gesteinen der Chanseschichten, also hauptsächlich Grauwacken. In sehr vielen Fällen ist es in der Nähe der Pfannen nirgends aufgeschlossen, z. B. im nördlichen Chansefeld. Je mehr es unter den Deckschichten zutage tritt, um so deutlicher kann man erkennen, daß die Pfanne über einer Depression des Grundgesteins liegt. Weitaus am besten kann man dieses Verhalten des Untergrundes in Kwachara [3]nei studieren, wo der nierenförmige Kessel von den Kalken wenig ausgefüllt ist. Innerhalb des Kessels zeigt die kleine Nebenpfanne, in der die Brunnenlöcher liegen, eine sekundäre Depression in dem Boden des großen Kessels.

In Chanse und Twankais ist die Einsenkung in den Untergrund auch noch unschwer erkennbar. Bei anderen Pfannen, wie Deibe, Sseribes, [2]Kehautsa W., Gautsirra, Mankwe tritt die Grauwacke erst in weiterer Entfernung von der Pfanne auf. Eine Depression im Grundgestein besteht auch hier, sie ist indes undeutlich.

Wo Pfannensandstein oder Chalcedonsandstein das Grundgestein bedecken, treten sie oft in nächster Umgebung des Pfannenkraters auf, dessen Boden oft aus Pfannensandstein besteht, z. B. bei Knbi, Tseho-in, Gautsirra, [2]Gaso, [2]Kehautsa O., Kamelpan u. a. O. Auch in diesem Fall beweist die Lagerung des Sandsteins, daß der Pfannenkrater über einer Depression liegen muß.

Mag auch die Entstehung der Hohlformen unter den Pfannen zweifelhaft sein, so dürfen wir sicher behaupten, daß z. Z. der Ablagerung des Kalks und Pfannensandsteins (Kwachara ^{3}nei) die Hohlform im Grundgestein bereits existiert hat. Jene Gesteine kamen innerhalb der Depressionen zur Ablagerung.

Die Bestandteile der Pfannen sind:

1) Der Pfannenrand,
2) der Pfannenboden,
3) die Pfannenausfüllung.

1) Der Pfannenrand besteht stets aus hartem Sinterkalk mit Sinterstruktur und steigt meist 1—3 m hoch mit flacher Böschung an. Er umgibt eine runde bis ovale Pfanne, deren Durchmesser zwischen 50 und 1200 m schwankt. Nach außen hin dehnt sich die Kalkumrandung auf einige hundert bis einige tausend Meter hin aus und bildet das charakteristische Kalkgeröll der Pfannen. Die Mächtigkeit des Kalks am Pfannenrand ist in der Mehrzahl der Fälle nur annähernd zu schätzen, jedenfalls sehr verschieden. In tiefen Pfannen mag er in der Nähe des Randes zuweilen vielleicht bis zu 10 m mächtig sein — in ^{2}Kintsa ist das Brunnenloch der Nebenpfannen z. B. 5 m tief. Wo sich der Pfannenboden senkt — Kubi, ^{2}Kchantsa O. und C. u. a. — ist der Kalk auf der tiefer gelegenen Seite wohl erheblich mächtiger, als auf der entgegengesetzten Seite. Im allgemeinen scheint er aber eine Mächtigkeit von 3—6 m nicht zu überschreiten. Nach außen hin keilt er sich jedenfalls aus und löst sich in einzelne Blöcke auf.

2) Der Pfannenboden besteht entweder aus dem Grundgestein (Chanse, Sseribes, Schieferpfanne O. und W. u. a.) oder aus Pfannensandstein (Kubi, Tscho-in, ^{2}Kchautsa O. und C. u. s. w.) oder aus beiden Gesteinen (Mankwe, Kuschi, Kwachara ^{3}nei u. a.). In letzterem Falle bildet der Sandstein manchmal nur eine lückenhafte dünne Decke über den Grauwacken. Über die Ausdehnung des Pfannensandsteins unter dem Sinterkalk und seine Lagerungsform konnte nur in vereinzelten Fällen ein klares Bild gewonnen werden. In Kwachara ^{3}nei liegt er nur innerhalb des Kessels. Ob er sich bei den Pfannen, wo er in geringer Entfernung von dem Pfannenrand zutage tritt — z. B. Kubi, ^{2}Kchantsa O., Nucha W. und O. u. a. — in kontinuierlicher Schicht zum Boden der Pfanne herabzieht, oder ob getrennte Ablagerungen vorliegen, ist nicht bekannt. Ebensowenig wissen wir, ob die Neigung vieler Sandsteinflächen — Kubi, Tscho-in, ^{2}Kchautsa O. und C. und andere — auf tektonischer Bewegung beruht oder eine primäre ist, indem der Sandstein sich auf flach geneigtem Untergrund abgelagert hat. Letzteres ist wohl sicher der Fall in den Nebenpfannen von ^{2}Nucha W. und ^{2}Kchautsa W. — dort hat der Sandsteinboden ja Schalenform — aber auch sonst sehr wahrscheinlich. Indes läßt sich der direkte Nachweis hierfür nicht erbringen.

3) Pfannenausfüllung können diejenigen Ablagerungen genannt werden, die den durch den Boden und die Kalkumrandung gebildeten Krater ganz oder teilweise ausfüllen. Solche Ablagerungen sind nicht konstant. Sie fehlen auf den mit Kalk umrandeten Sandsteinflächen z. B. sehr häufig ganz. In anderen Fällen sind sie noch in Resten vorhanden. Ihrem petrographischen Charakter nach zerfallen sie in drei Gruppen:

a) Pfannenkalktuff,
b) Geröllmassen, Sand und Erde,
c) Wasser.

a) Der Pfannenkalktuff hat in der Regel eine Mächtigkeit bis zu 3 oder 4 Metern. Nach dem Innern der Pfannen zu bricht er oft mit senkrechtem Rand ab oder steigt in Stufen nach dem Pfannenrand hin an — z. B. in Motsumi und vielen anderen Pfannen. Wo seine Verbindung mit dem Kalk aufgeschlossen ist — Chanse, ^{3}Neits-o — kann man einen allmählichen Übergang von Kalktuff zum harten Sinterkalk feststellen. Beide sind also gleichalterige Faziesbildungen. Andererseits zeigt aber die Anwesenheit reichlicher Sinterkalkgerölle gerade in den

liegendsten Schichten des Kalktuffs, daß im Beginn seiner Bildung ersterer bereits bis zu einem gewissen Grade vorhanden war, falls dieser Sinterkalk nicht alter unverkieselter Pfannensandstein ist.

An der Oberfläche ist der Kalktuff erhärtet und bildet dicke Bänke, in der Tiefe ist er dagegen feucht und weich, so daß man ihn graben kann. Er ist wohl als Abscheidung durch Pflanzen in dem lokalen Becken der Pfanne, also als „Seekreide", aufzufassen.

b) Gerölle, humose Erde und Sand setzen die zweite Form von Pfannenausfüllung zusammen. Auch diese Art ist eine lokale, meist nicht primäre Ablagerung, vielmehr durch Zerstörung anderer Gesteine entstanden. Die Gerölle bestehen aus Sinterkalk, Kalktuff, Chalcedon, Pfannensandstein, z. T. auch Grauwacke. Sie sind entweder vom Pfannenrand her hereingerollt, oder aber auch ursprünglich im Kalktuff eingeschlossen gewesen und nach dessen Zerstörung liegen geblieben. Der Sand stammt aber wohl zum größten Teil von dem Decksand ab und ist eingewehter Flugsand.

Die Mächtigkeit der Geröllmassen schwankt ganz außerordentlich. Während sie auf den Sandsteinflächen aus vereinzelten Rollstücken bestehen, häufen sie sich in tiefen Pfannen zu so mächtigen Ablagerungen an, daß sie den Boden völlig verhüllen und selbst die ausgegrabenen Wasserlöcher nicht bis auf den Boden herabgehen — ²Kchautsa W., Twankais. In anderen Fällen macht sich letzterer nur durch einzelne Blöcke, die aus den Wasserlöchern stammen, bemerkbar — ²Kintsa, ²Gaso, Mankweyana.

Kalktuff und Geröllmassen schließen sich also nicht aus, sondern treten zusammen in wechselndem Mengenverhältnis auf.

c) Das Wasser findet sich entweder in Teichen oder in Brunnenlöchern. Teiche mit Quellwasser sind nur bei Anwesenheit reichlichen Kalktuffs vorhanden. Schon eine dicke Geröllschicht dürfte nicht genügen, um einen Teich mit jahrelang aushaltendem Wasser zu liefern. Die Wassermenge ist — abgesehen von den Regenfällen — anscheinend von der Mächtigkeit des Kalktuffs abhängig. Bald liegen die Teiche am Rande mächtiger Kalktuffmassen — Kubi, Chanse — bald sind sie von diesen ganz umschlossen — ²Nucha W. und O., ²Neits-o, Kamelpan, Letztere Formen haben die beständigsten Quellen. Chanse und Kubi sind schon trocken gewesen, von den letzteren Pfannen ist das nicht bekannt. Kleine Teiche in Geröllmassen, die wohl alle künstlicher Natur sind, finden sich in ²Kintsa, ²Gaso, ²Kchautsa W. und O.

Wo Teiche fehlen, findet man häufig Wasser in einiger Tiefe. Manchmal tritt es an Kalktuffrändern hervor, so daß man daselbst nur flache Gruben anzulegen braucht, die sich mit Wasser füllen — ²Kchautsa C., Kuschi, Ochsenpfanne. In anderen Fällen liegen die Brunnenlöcher im Kalktuff selbst — ³Neits-o, ²Nucha W. und O., Kuke, Kamelpan, ²Kintsa, ²Kchautsa W., Kwachara ³nei, wo sie des Trinkwassers wegen angelegt worden sind, oder im Pfannensandstein — ²Kchautsa C., Gautsirra, Motsumi, Tscho-in, Kubi und viele andere Pfannen mit Sandsteinboden. In Grauwacken enthalten die Brunnenlöcher Wasser nur bei Auflagerung von Sandstein — Mankwo — oder von Kalk — Sscribes, Pfanne westlich von Kwachara ³nei, aber meist nur spärlich.

Die wasserführende Schicht wird also einmal vom Kalktuff, sodann vom Pfannensandstein gebildet. Ersterer dürfte günstigere Bedingungen für reichliche Wasserzufuhr gewähren als letzterer. Denn Brunnenlöcher in Pfannensandsteinflächen ohne Kalkdecke sind stets wasserarm — ²Kchautsa C., ²Kunkasis, ¹Gadaga u. a.

An dieser Stelle ist es wohl angebracht, auf die Behauptungen einiger Reisender[1]) einzugehen, im Chansefeld, wie in der ganzen Kalahari, fände man unter der Kalkdecke überall Wasser in geringer Tiefe. Solche Angaben müssen die Vorstellung erwecken, als befände sich hier ein kontinuierlicher unterirdischer Wasser-

lauf, ähnlich wie in manchen Gegenden der Sahara. Davon kann aber keine Rede sein. Einmal tritt der Kalk auf weite Strecken hin nur lokal in erheblicher Mächtigkeit auf, und zwar um wasserführende Pfannen herum. Außerhalb derselben ist die Kalkdecke lückenhaft und wohl nirgends so mächtig, daß in ihr Wasser auf weite Strecken hin unbehindert zirkulieren könnte. In den Gegenden aber, wo das Grundgestein mehr oder weniger offen zutage tritt, besteht der Kalk überhaupt nur aus Rinden und Schollen.

In Anbetracht der Hohlformen, die die Oberfläche des Chansefeldes durchfurchen, ist eine ausgedehnte Zirkulation des Wassers überhaupt ausgeschlossen. Daß man freilich unter mächtigem Sinterkalk — also in der Umgebung der Pfannen — in der Tiefe Wasser finden könnte, ist wohl möglich, allein da hier Wasser ganz in der Nähe, in den Pfannen selbst, vorhanden ist, hat sich niemand der Mühe unterzogen, den harten Sinterkalk zu durchbrechen.

Die Wasserfrage spielt ja eine wichtige Rolle und wird immer dringender werden, sobald man zur Besiedelung des Landes schreiten wird. Es ist daher von Interesse, festzustellen, daß ein kontinuierlicher Wasserfluß in der Tiefe nicht besteht. Lokal wird man wohl noch neue Wasserplätze finden, ob sie aber zahlreich sind und reichlich Wasser liefern werden, ist doch noch ungewiß.

II. Die Entstehung der Pfannenkrater.

Gehen wir nach dieser Abschweifung nun zu unserem eigentlichen Thema über. Wir sahen, daß die Pfannen durchaus nicht gleichartig sind. Die Pfannensandsteinflächen mit Kalkumrandung sind nur rudimentäre Bildungen gegenüber den mit Kalktuff erfüllten Pfannen. Die Krater in den Pfannen sind aber Bildungen von sehr wechselnder Größe und Form. Sind nun alle diese verschiedenen Formen auf eine ursprüngliche Form zurückzuführen, sind sie also nur Stadien in einem bestimmten Entwicklungsgang? Die Beantwortung zweier Fragen, die auf die Erklärung der beiden wesentliebsten Gebilde gerichtet sind, wird, wie ich hoffe, zum Ziel führen. Diese Fragen lauten:

1) Sind die Sandsteinflächen ursprünglich ohne jede Bedeckung gewesen oder haben sie früher eine solche gehabt und welches war ihre Natur?

2) Sind die von Kalktuff umgebenen Krater ursprünglich vorhanden gewesen oder füllte früher eine geschlossene Kalktuffmasse den Pfannenkrater aus?

1) Daß auf den Sandsteinflächen, die doch von Sinterkalk und Decksand umgeben sind, sich niemals Sedimente irgend welcher Art abgelagert haben sollten, ist von vornherein sehr unwahrscheinlich. Viel näher liegt die Vorstellung, daß ursprünglich eine Ablagerung, die dem Kalk der Umgebung entsprechen würde, auf dem Sandstein gelegen hat und erst nachträglich zerstört und entfernt worden ist. Betrachten wir nun alle Arten von Pfannen mit Sandsteinboden, so läßt sich unschwer eine vollständige Reihe von Übergängen feststellen von völlig freien Sandsteinflächen zu Kalkpfannen mit so starker Ausfüllung, daß der Boden gänzlich bedeckt ist.

Folgende Beispiele zeigen die verschiedenen Phasen des Übergangs von einer Sandsteinfläche zu einer Kalkpfanne mit Ausfüllung.

a) Kahle Sandsteinfläche mit herausgewitterten Chalcedonknollen, Geröllen von Kalk, Chalcedon und Sandstein — z. B. westliche Nebenpfanne von ²Kchautsa C., von Mankwe und viele, viele andere.

b) Sandsteinfläche mit Chalcedonknollen, Geröllen von Kalk, Chalcedon und Sandstein. Inseln von Kalktuff mit Röhren, Gastropoden und Bruchstücken von Kalk, Chalcedon und Pfannensandstein — z. B. Nebenpfanne von ²Nucha W und ²Kchautsa W.

c) Zwei Formen der Entwickelung lassen sich nun weiterhin verfolgen,
α) Pfannen mit peripherem Krater.
β) Pfannen mit zentralem Krater.

cα) Sandsteinfläche mit Chalcedonknollen, Geröllen von Kalk, Chalcedon und Sandstein. Nur auf einer Seite bedeckt eine geschlossene Kalktuffschicht die Sandsteine, z. B. ²Kchautsa C.

dα) Alle Verhältnisse gleich cα. Der Sandsteinboden ist aber fast ganz von Kalktuff überlagert und tritt nur als schmaler Streif zutage — Tsch-uku.

eα) Die ganze Pfanne wird von Kalktuff ausgefüllt; der Boden ist nirgends sichtbar. Solche Pfannen fehlen dem Chansefeld, sind aber in der Kalahari häufig — z. B. ²Gai²ko, östlich von Tscho-in.

Damit ist die Serie α abgeschlossen.

cβ) Kalkpfannen mit Sandsteinboden, der im Zentrum zutage tritt; ringförmige Tuffausfüllung, die oft lückenhaft ist; Geröllmassen untergeordnet oder reichlich — Kubi, Tscho-in, Motsumi, ²Kchautsa O., Gautsirra und andere.

dβ) Kalkpfannen mit Sandsteinboden, der aber von Kalktuff und Geröllmassen bedeckt wird und nur im Brunnenloch aufgeschlossen ist — Kuke, ²Gase;

eβ) Pfannen mit völliger Tuffausfüllung; Boden völlig verdeckt und nicht bekannt — z. B. ²Nucha W. und O., ³Neits-o und Kamelpan.

Diese beiden Serien zeigen deutlich, wie die kahlen Sandsteinflächen allmählich in völlig ausgefüllte Kalkpfannen übergehen. Sie waren also einst mit Kalktuff ausgefüllte Pfannen, aus denen durch irgendwelche Kräfte der Kalktuff entfernt worden ist. Zurückgeblieben sind nur die widerstandsfähigen Gerölle von Sinterkalk, Chalcedon und Pfannensandstein, die einst den Kalktuff erfüllten.

2) Sind die Krater innerhalb der Kalktuffe ursprüngliche oder sekundäre Bildungen?

Betrachtet man die Kalktuffkrater der verschiedenen Pfannen, so erkennt man unschwer, wie sehr der Tuff an Ausdehnung wechselt. Von den kleinen Fetzen von Kalktuff, wie sie sich z. B. in Mankwe, Mankweyana, Deibe finden, bis zu dem fast geschlossenen Krater von Kuke, Kamelpan, ³Neits-o, ²Nucha W. und O., ³Kchautsa W., lassen sich alle Übergänge feststellen. Hieraus darf man wohl schließen, daß der Kalktuff in allen Pfannen mindestens als zusammenhängender Ring abgelagert, dann aber zerstört worden ist. Auch die Krater selbst dürften aber keine ursprünglichen Höhlungen sein. Das wäre ja an und für sich möglich, wenn der Kalk vom Rande der Pfanne aus nach der Mitte zu als Sinterbildung gewachsen wäre. Der Kalktuff ist aber keine Sinterkalkbildung, sondern trägt alle Merkmale einer „Seekreide“, d. h. also einer geschlossenen Ablagerung durch Pflanzen als Kalkschlamm in einem Becken.

Tatsächlich liegen denn auch einmal in einigen Pfannen — Kamelpfanne, Chanse, ²Nucha O., ³Neits-o — mitten im Wasser Inseln von Kalktuff, die als Reste der ehemals geschlossenen Kalktuffschicht gedeutet werden müssen, sodann aber gibt es auch heutzutage noch völlig geschlossene Kalktuffpfannen. Die Nebenpfanne von ²Kintsa, in der der Brunnen steht, gehört hierher, wahrscheinlich auch die Nebenpfanne von ³Neits-o. Daher ist man durchaus berechtigt anzunehmen, daß die steilwandigen Krater im Kalktuff erst nachträglich geschaffene, nicht aber primäre Hohlformen sind. Allerdings muß man betonen, daß die Kalktuffbänke sehr häufig flach nach dem Innern hin geneigt sind. Sie mögen also von vornherein eine flache Schüssel gebildet haben, aber in dieser Schüssel ist dann der Krater erst ausgearbeitet worden.

Welches sind nun die Kräfte, die den Kalktuff zerstört und entfernt haben? Wem verdanken die kahlen Sandsteinflächen und die Kalktuffkrater ihre Entstehung?

Das Problem ist hier wie bei den Mulden des Untergrundes auf die Erklärung einer geschlossenen Hohlform gerichtet. Hier wie bei jenen werden wir zunächst an Windwirkung denken müssen. Indes einmal kann der Wind allein kein Gestein fortblasen; dasselbe muß erst durch andere Kräfte, z. B. Inselation, fein zerkleinert werden. Sodann aber handelt es sich um teilweise dauernd feuchte oder mit Wasser bedeckte Flächen, wo also eine Winderosion nicht gut denkbar ist.

Wenn wir in der Jetztzeit uns nach Kräften umsehen, welche die Hohlformen im Kalktuff und auf den Sandsteinflächen geschaffen haben könnten, so werden wir uns vergebens bemühen, irgend welche zu entdecken. Zwar gräbt der Mensch dem oberflächlich verschwindenden Wasser nach und schafft Brunnenlöcher. Allein die Buschmänner graben nur enge Röhren, um das notwendige Trinkwasser zu gewinnen, und diese können unmöglich zur Bildung der Krater führen. Größere, für das Vieh geeignete Gruben sind erst von Kaffern und Buren angelegt worden, kommen also einmal überhaupt nicht in Betracht, weil erst seit wenigen Jahrzehnten bestehend, sodann wäre es aber auch nicht zu verstehen, wie sich ein solches Wasserloch ohne andere Kräfte zu einem Krater vergrößern könnte. Die Kräfte, welche die Kalktuffkrater geschaffen haben, fehlen heutzutage. Sie waren aber vor 50—60 Jahren noch mit aller Energie tätig. Die gewaltigen Herden großer Säugetiere nämlich, die in früheren Zeiten allnächtlich, namentlich während der Trockenzeit, zur Tränke kamen, sind es gewesen, die die Kalktuffkrater und die leeren Sandsteinpfannen geschaffen haben.

Die alten Reisenden, welche als die ersten Pioniere in das Innere Südafrikas drangen, berichten einstimmig von dem enormen Reichtum jener Länder an großen Säugetieren. Zahllose Herden — nicht Individuen — von Antilopenarten, Elefanten, Rhinozerossen, Zebras belebten damals die Steppen Südafrikas, und zwar alle Teile dieses Kontinents. Aus der Karro und der Kalahari, aus dem Damaraland, Betschuanaland und Transvaal, vom Zambesi und Kunene, überall lauten die Berichte gleichartig. Die Berichterstatter sind dabei wahrheitsgetreue Männer, wie *Livingstone*, *Galton*, *Wahlberg*, *Baines*, *Chapman*, die großen Jäger *Oswell*, *Murray*, *Gordon Cumming* und nicht zum wenigsten der alte *Andersson*. Gerade diesen Veteranen unter den Afrikaforschern möchte ich gegen den zuweilen geäußerten Vorwurf in Schutz nehmen, daß er übertrieben oder gar geschwindelt habe. *Andersson* hat einerseits einen großen Teil seiner ersten Reise mit *Galton* zusammen ausgeführt, und *Galton*, der über jede Anfechtung erhaben ist, hat *Anderssons* Schilderungen kontrollieren können. Sodann aber ist der Kenner jener Gegenden in der Lage, seine Berichte — sehen wir von dem geschwundenen Tierreichtum ab — heute noch zu prüfen. Da muß ich sagen, seine Beobachtungen sind gut, seine Angaben durchaus richtig — warum sollten also gerade seine auf Jagd und Tierwelt bezüglichen Bemerkungen unzuverlässig sein?

Solche Angaben über die Tierwelt des Chansefeldes sind leider nur spärlich, aber sie lassen doch deutlich erkennen, wie gewaltig der Tierreichtum der früheren Zeit war.

Als *Andersson*[2]) mit *Galton* zusammen zum ersten Mal in Rietfontein (²Tunobis) weilte, war die Zahl der allnächtlich trinkenden Tiere in Wahrheit erstaunlich. In wenigen Tagen schossen die Jäger 30 Nashörner, 8 an einem Tage. „Als weiteren Beweis für die unglaubliche Menge Wild in diesen Gegenden muß ich noch anführen, daß die fragliche Quelle, welche sehr reichlich floß und wirklich unversiegbar schien, fast jede Nacht rein ausgetrunken war."

Als *Andersson*[3]) zum zweiten Mal in Rietfontein war, hatte er dagegen über Mangel an Wild zu klagen; denn damals war noch Wasser im Feld zu finden, das Wild also im Lande zerstreut.

Im Epukirotal hatten die Buschmänner zahllose Fallgruben gegraben, in denen sie die großen Tiere fingen, wenn sie zur Tränke kamen.[4])

In Chanse[5]) fand er massenhaft Fußsteige von Elefanten und Nashörnern. Letztere waren zahlreich, aber scheu. In einer Nacht zählte er 20 Stück.

In ²Kehautsa O.— *Andersson*[6]) nennt die Pfanne Abeghan (d. i. = Ssebiches Pan) — schoß er in einer Nacht 3 Elefanten und 2 Nashörner. Ein anderes Mal tranken dort in einer Nacht 18 Elefanten. In Kubi[7]) beobachtete er einmal eine Herde von 50 Elefanten. Von derselben Pfanne sagt er: „Elefanten, Rhinocerosse, Gnus, Zebras usw. wurden jetzt fast jede Nacht geschossen. Giraffen waren hier nicht zahlreich, zeigten sich aber doch einmal am Wasser, wo ich zwei Stück erlegte."

Auf der folgenden Seite sagt er ganz im allgemeinen: „In Kebis und Umgebung konnte ich mein Vergnügen am Schießen reichlich befriedigen." Sehr interessant und lehrreich für die Menge der Tiere, die damals in jeder Nacht zum Wasser kam, ist seine Schilderung[8]) von dem „Anrücken der Elefanten."

Andersson war nicht der erste Jäger im Chansefeld, der mit Feuerwaffen der Jagd oblag. Schon vorher waren zahlreiche Grikwahändler dort gewesen, auch ein Engländer, namens *Moyle*, hatte es 1852 und 1853 zweimal bereist. *Andersson* fand also durchaus kein unberührtes Gebiet vor. Nach seinem Besuch ging die Vernichtung des Wildstandes rapid vor sich. *Baines*[9]) klagte bereits lebhaft über die Wildarmut im Chansefeld und am Epukiro. Am Botletle wurden z. B. nach demselben Autor[10]) von weißen Jägern in einem Jahre 500 Elefanten geschossen! Aus dem Chansefeld erwähnt er nur ein einziges Mal Nashörner, wohl aber noch zahlreiche Elefanten und Antilopen. Seitdem haben die Trekburen auf ihren Zügen ganz mit den großen Säugetieren aufgeräumt. Sie saßen lange in Chanse, Kubi, Rietfontein etc. Ganze Herden von Antilopen wurden damals an einem Tage vernichtet. Es soll vorgekommen sein, daß ein einzelner Schütze bis zu 60 Stück an einem Tage geschossen habe. Jetzt ist das Land wildarm, unverwertet wuchert das Gras, während es früher stellenweise auf weite Strecken hin kurz abgeweidet war.[11])

Unzweifelhaft war das Chansefeld noch vor 60 Jahren von zahllosen Herden großer Säugetiere bevölkert, die in wenigen Jahrzehnten bis auf einige Reste vernichtet worden sind.

Wie verhielten sich nun diese Säugetiere zu den Kalkpfannen? Während der Regenzeit ist in dem Sandfeld der Kalahari in den kleinen Vleys viel Wasser zu finden. In dieser Zeit sind die Tiere über das Land hin verstreut und machen große Wanderungen. Wenn die Trockenzeit beginnt und das Wasser auftrocknet, kehrt ein Teil der Tiere zu den Plätzen mit dauerndem Wasser zurück, sei es nach dem Sumpfgebiet des Okavango und zum Botletle, sei es zu den Kalkpfannen der Kalahari. Andere Tiere — namentlich Antilopen, wie Elen, Hartebeest, Giraffe, Gemsbock, Gnu — bleiben noch monatelang in der Steppe. Melonen und Knollen, die sie ausscharren, liefern ihnen genügende Feuchtigkeit. Andere, wie Palla, Kudu, Bastardhartebeest, Riedbock, ferner Zebras, Büffel und Rhinocerosse sind dagegen auf tägliches Trinken angewiesen. Während der heißesten und trockensten Monate — August bis Ende November — können nur wenige Tiere in der Steppe aushalten, die meisten ziehen zum Wasser hin. So drängen sich denn die Tiere während der letzten Monate an den Wasserplätzen zusammen, daher die enorme, lokale Anhäufung von Wild an den Pfannen und Quellen. Sobald die Regen wieder fallen und das junge Gras aufschießt, zerstreuen sich alle wieder in den endlosen Sandsteppen.

Bemerkenswert und wichtig ist das Verhalten einzelner Tiere.

Elefanten leben in Herden und machen enorme Wanderungen. Bald trinken sie hier, bald dort. So überflutete früher oft eine Herde von 50 und mehr Stück eine Pfanne, und dann war tagelang wieder kein Elefant zu beobachten. Die

Elefanten begnügen sich aber nicht mit Trinken allein. Sie rollen sich auch in dem Wasser, machen es schlammig und ziehen, von einer Schlammschicht umhüllt, weiter.

Das Nashorn ist nicht gerade Herdentier, jedoch kommen Trupps von 12 und mehr Stück vor. Wichtig ist es, daß sie im allgemeinen nicht wandern, sondern Standorte haben. Auch sie wälzen sich gern im Schlamm, und ihre Haut ist oft mit dicker Schlammkruste bedeckt. Sie sind es, die am schnellsten ausgerottet wurden, weil sie sich in der Nähe der Kalkpfannen aufhielten und allnächtlich zur Tränke kamen.

Der Büffel hält sich stets in der Nähe des Wassers auf und lebt in Herden, die oft mehrere hundert Stück zählen. Auch er wühlt gern im Schlamm.

Auch Zebras, Springböcke, Gnus, Pallas, Riedböcke u. s. w. leben alle in Herden von oft vielen tausend Stück und kommen auch herdenweise trinken.

Welcher Art muß nun die geologische Wirkung aller dieser Tiere gewesen sein, wenn sie zur Tränke kamen?

Die Wirkung war eine doppelte. Mit dem Trinkwasser haben sie mechanisch suspendierten Schlamm und chemisch gelösten Kalk fortgetragen. Sodann haben ihre Hufe zur Zerkleinerung und Zerstäubung des trockenen Schlammes beigetragen und damit eine Winderosion möglich gemacht.

Von der Wirkung erster Art kann man sich unschwer eine Vorstellung machen. Der von Regen- und Quellwasser gespeiste Teich der Pfannen muß notwendigerweise chemisch gelösten doppeltkohlensauren Kalk enthalten, und zwar in erheblicher Menge. Demnach muß jedes Tier mit dem Wasser, das es trinkt, eine entsprechende Menge von Kalk, der aus dem Kalktuff der Pfanne stammt, in sich aufnehmen. Ferner laufen die Tiere beim Trinken in das Wasser hinein, von den Füßen wird der Bodenschlamm aufgewühlt, das schlammige Wasser getrunken und somit auch mechanisch suspendierte Kalk- und Schlammassen mit dem Trinkwasser entfernt. Wer einmal das schlammige Wasser einer Vley gesehen hat, aus der eine Herde Rinder getrunken hat, wird sich eine Vorstellung von dem Effekt machen können, den einige tausend Antilopenfüße in einer Nacht in den Teichen der Kalkpfannen hervorrufen müssen. Dazu kommen aber noch die Nashörner und Elefanten, die sich direkt im Schlamm rollen. Wir waren einmal genötigt, das Wasser einer Vley zu trinken, in der sich einige Tage vorher Elefanten gewälzt hatten. Es war eine entsetzliche Schlammbrühe.

Es liegt nun auf der Hand, daß die Tiere am reichlichsten Substanzen mit dem Wasser ausführen und am schnellsten einen Krater schaffen, wenn das Wasser am spärlichsten ist. Aus einem mit Regen und Quellwasser gefüllten Teich wird dagegen viel weniger feste Substanz entfernt. Nun drängten sich aber die Tiere gerade am Ende der Trockenzeit an den Wasserplätzen zusammen, wenn auch in den Kalkpfannen das Wasser zu schlammigen Pfützen eingeschrumpft war. Die Einwirkung der Tierwelt fiel also gerade in die Periode, wo das Wasser den größten Gehalt an mechanischen und chemischen Sedimenten besaß. Die Wirkung mußte also eine ganz besonders intensive sein; die Tiere konnten bedeutende Mengen von Kalk und Schlamm mit dem Trinkwasser davontragen.

Wichtig für die Beurteilung der Mengen von Tieren, die in jeder Nacht trinken konnten, ist die Art und Weise, wie sie trinken. Alle Tiere trinken nämlich so schnell als möglich, denn am Wasser droht ihnen Gefahr. An den zum Wasser führenden Pfaden lauern die Raubtiere; um die Pfannen liegen die Fallgruben der Buschmänner. So passen denn die flüchtigen Zebra- und Antilopenherden den Zeitpunkt ab, wo die Herren der Wildnis, die Elefanten, Nashörner, Büffel nicht am Wasser sind, um eiligst zum Wasser herabzurauschen, schleunigst zu trinken und wieder zu verschwinden. Dieser Umstand ist wichtig. Denn

nur so erklärt es sich, daß in jeder Nacht viele Tausende von Tieren an einem kleinen Wasserplatz trinken können. Interessant war es mir zu beobachten, wie selbst unsere zahmen Rinder meist herdenweise — selten einzeln — zum Wasser kamen. Nach mehrtägigen Durststrecken geschah es zuweilen 3—4 mal im Laufe eines Tages. Auch hielten sie sich nie lange am Wasser auf. Selbst die Namaquawachteln, die in nach Tausenden zählenden Schwärmen regelmäßig gegen 9 Uhr morgens zum Wasser kommen, weilen nur wenige Sekunden, trinken blitzschnell und fliegen dann davon, froh, die Gefahr hinter sich zu haben.

Wichtig ist es auch zu wissen, daß die Tiere häufig halb verdurstet zum Wasser gelangen. In Kubi z. B. ist es wiederholt vorgekommen, daß am hellen lichten Tage zu Skeletten abgemagerte Gnus ans Wasser gestürzt kamen und tranken, trotz der Anwesenheit von Menschen und Hunden. So unbezwinglich war der Durst. Viele Antilopen halten sich nämlich möglichst lange in der Sandsteppe auf, wo sie von Melonen und saftigen Knollen leben. Werden sie aber schließlich zum Rückzug gezwungen, so müssen sie unter Umständen fabelhafte Strecken zurücklegen, um das Wasser zu erreichen.

Ein sehr lehrreiches Beispiel, wie weit Tiere ohne Wasser laufen können, gibt der Marsch der Zugochsen der Polizeitruppe von ²Kchautsa C. über Ssebiches Pan nach Kang.

Im November 1894 liefen die Ochsen der in ²Kchautsa C. befindlichen Polizeitruppe fort. Es waren ca. 30 fette, kräftige Tiere, die man besonders für die Reise durch die Kalahari nach Mafeking geschenkt hatte. Einige nachgeschickte Reiter stellten fest, daß die Ochsen zunächst nach Norden bis Ssebiches Pau gelaufen, dann aber direkt nach Süden hin abgebogen waren, wie die Spur zeigte, in vollem Galopp. Vergeblich bemühten sich die Verfolger, die gut beritten waren, die Flüchtlinge einzuholen. Sie mußten nach Westen abbiegen und das Chansefeld aufsuchen. Aus der Richtung, die die Ochsen eingeschlagen, konnte man entnehmen, daß sie direkt nach Kang gelaufen waren. Diese Annahme bestätigte sich. Man fand sie in Kang wieder, allein über zweidrittel der Tiere war tot. Die ersten Ankömmlinge hatten sich, halb verschmachtet, in das Brunnenloch gestürzt und waren dort von den nachfolgenden Ochsen, die ebenfalls zum Wasser drängten, erdrückt und zertreten worden. So erzählten wenigstens die Bakalahari, — die die Tiere wahrscheinlich geschlachtet hatten.

Die direkte Entfernung zwischen Ssebiches Pan und Kang beträgt 2° 20′, also 35 deutsche Meilen (262.5 km). Das ist eine Strecke wie von Köpnick nach dem Alsterbassin. Auf dem ganzen Wege hatten die Tiere kein Wasser gefunden und das in der heißesten, schlimmsten Zeit des Jahres. Aus diesem Beispiel kann man ersehen, aus welcher Entfernung durstige Antilopenherden zum Wasser kommen können und für wie ausgedehnte Weidegebiete innerhalb des Sandfeldes die dauernden Wasserplätze den Tieren die letzte Zuflucht gewähren. So wird es denn verständlich, daß sich während der Trockenzeit viele, viele tausend Tiere an einzelnen Wasserstellen ansammeln konnten. Sie stammten eben aus einem Gebiet von mehreren Quadratgraden Größe.

Stellen wir uns nun ein Becken mit weichem Kalktuffboden und mit Wasser erfüllt vor. Harter Sinterkalk bildet die Umrandung. Der Boden des rundlichen Beckens fällt nach der Mitte hin mit flacher Böschung ab. Das Klima des Landes wird trockener, und bei einer besonders langandauernden Dürre sinkt der Wasserspiegel. Der Kalktuffboden wird teilweise entblößt.

Die weitere Entwickelung ist nun folgende. In der vom Wasser entblößten Randzone beginnen zwei Prozesse miteinander zu kämpfen. Einmal erhärtet der Kalktuff an der Luft zu einer festen Gesteinsmasse und erstarrt oberflächlich zu einer harten Bank — damit wird er widerstandsfähig gegen Erosion und Zerstörung. Andererseits müssen aber die Füße der zahlreichen Tiere, die zur Tränke kommen, den anfänglich weichen Schlamm durchwühlen, zermalmen und

zerstäuben. Der Wind findet dabei Gelegenheit, den getrockneten Kalktuff in Staubform zu entfernen. Es entwickelt sich also gewissermaßen ein Kampf zwischen dem Kalktuff, der sich durch Erhärtung zu schützen sucht, und den zerstörenden Hufen der Tiere. Das Ende solchen Kampfes hängt von verschiedenen Momenten ab.

Ist die Kalktuffschicht am Rande sehr dünn, so kann es leicht geschehen, daß sie zerstört wird, bevor die Erhärtung vollendet ist. In Pfannen, in denen der Boden eine flache Neigung besitzt und der Kalktuff daher auf einer Seite sich auskeilt, fehlt hier gerade sehr häufig der Kalktuff — Tsche-in, ²Kchautsa O. und C., Tsch-uku. Andererseits haben die Tiere die Eigentümlichkeit, stets von derselben Seite her, auf denselben Pfaden zum Wasser zu kommen. Gewöhnlich liegt diese Seite auf der des besten Weidefeldes. Indem nun die Füße der Tiere lokal verschieden stark auf den Kalktuff einwirken, wird derselbe an einigen Stellen zerstört, an anderen nicht. So kommt es denn, daß am Rande der Pfanne vereinzelte Tuffinseln stehen geblieben sind, wie in Deibe, ²Kchautsa O., ²Kintsa, Mankwe, Mankweyana, Ochsenpfanne und anderen Pfannen.

Wo die Tiere hauptsächlich von einer Seite herkommen, wird zu dem zentralen Krater, der sich allmählich ausbildet, von einer Seite her ein Zugang geschaffen — ³Neits-o, ²Nucha W. und O., ²Kchautsa W., Kamelpfanne. Andere haben zwei Hauptzugänge — Chanse auf der West- und Ostseite, Kubi auf der Südwest- und Nordostseite.

Stand es den Tieren ursprünglich frei, von einer beliebigen Seite herzukommen, die wohl, wie gesagt, meist der des besten Weidelands entsprach, so traten sehr bald Umstände ein, die die Tiere zwangen, die am stärksten benutzten Pfade dauernd beizubehalten, nämlich die Ausbildung von Steilrändern im Kalktuff.

Der erhärtete Kalktuff neigt infolge seiner Röhrenstruktur zu senkrechten Abbrüchen. In dem Brunnenloch von Kuko versuchten wir z. B. vergeblich, durch Sprengen einen Zugang zum Wasser für die Tiere zu schaffen. Immer brach die Oberflächenbank mit senkrechtem Bruch entzwei. Sobald also die Oberfläche des weichen Kalktuffs erhärtet ist, so muß sich gegen die Tierpfade, die ihn durchfurchen, ein Steilrand ausbilden, damit werden aber auch diese immer mehr in bestimmte Bahnen geleitet.

Inzwischen hat die Tätigkeit der Tiere in dem vom Wasser bedeckten Innern zur Bildung eines Kessels geführt. Aus dem Tümpel, wo ja der Kalktuff weich bleibt, werden mit dem Trinkwasser bedeutende Massen von Schlamm und Kalk entfernt. Auf ihrer Haut tragen Nashorn und Elefant nicht unerhebliche Mengen Kalkschlamm, in dem sie sich gewälzt haben, fort. So muß schließlich eine Hohlform entstehen. Je mehr das Niveau des Wassers sinkt, um so energischer muß der Effekt sein, denn um so schlammiger und um so reicher an gelöstem Kalk wird das Wasser, das die Tiere trinken. Viele Tiere scharren auch nach Wasser. So fand *Baines* [12]) ein Loch von 4 Fuß Durchmesser mit glatter Wandung, das sich ein Rhinoceros mit dem Horn gegraben hatte, um Wasser zu finden. Es ist also anzunehmen, daß die Tiere auf der Suche nach dem oberflächlich verschwindenden Wasser in den Boden austrocknender Pfannen Löcher einwühlten. Menschenhand mag hier auch stark mitgeholfen haben.

Für den zentralen Kessel gilt dasselbe, was von den Tierpfaden gesagt wurde. Die ursprünglich wohl sanft geneigten Gehänge des Kessels verwandeln sich nämlich in eine steile Wand. Damit erhält denn der Krater seine charakteristische Form. Bei der nun fernerhin erfolgenden Erweiterung des Kraters spielt die subterrane Erosion eine wichtige Rolle. In dem feuchten, weichen Kalktuff, der unter der erhärteten Oberflächenbank liegt, zirkuliert das Wasser und tritt in den Kessel ein. So wird denn einmal viel Kalk von dem Quellwasser

chemisch gelöst, aus dem weichen Kalktuff abgeführt, sodann aber reißt es mechanisch bei seinem Austritt Kalkpartikel mit sich. Die Oberflächenbank wird infolgedessen am Rand unterwühlt, Schollen brechen ab und stürzen in den Krater hinab, dort werden sie teils durch chemische Auflösung, teils durch Zertreten zerstört und entfernt. So kann der Krater größer und größer werden.

Bei dieser Art der Entstehung des Kraters erklärt sich auch unschwer die Ausbildung von Kalktuffstufen, die wir in so vielen Pfannen finden. Wenn nach Ausbildung des ersten harten Kalktuffringes ein weiteres langanhaltendes Sinken des Wasserspiegels stattfindet — bei den in Afrika periodisch auftretenden Dürren hat eine solche Annahme nichts Auffallendes — so muß sich durch Erhärtung der bloßgelegten Randschicht ein zweiter Ring bilden können. Erneute Überschwemmung nach der Dürre und nach der Erhärtung ändert dann nichts mehr. Auf Blatt 15 ist versucht worden, eine schematische Darstellung von der Ausbildung von dreien solcher harter Kalktuffringe zu geben. Die Profile sind stark überhöht. Die Zahl der Terrassen läßt sich natürlich noch beliebig vermehren. Auch könnte man unschwer durch Verflachung des Beckens, durch einseitiges Ansteigen des Bodens oder Einschalten von Geröllagern in dem Tuff die verschiedenartigsten Modifikationen in der Entwickelung konstruieren, die wir in der Natur tatsächlich beobachten.

Der Endeffekt des Zerstörungsprozesses muß ja ein verschiedener sein. Ist der Kalktuff wenig mächtig und enthält er wenig Gerölle von Sinterkalk, Chalcedon- und Pfannensandstein, so kann er bis auf das Bodengestein zerstört und entfernt werden — z. B. Kubi, Motsumi, Gautsirra, [2]Kchautsa O., Chanse. Ist er dagegen sehr mächtig, und enthält er reichlich Geröllmassen, so ist der Boden nicht erreicht worden oder wird durch Geröllmassen verdeckt — Kuke, [2]Nucha W und O., [3]Neits-o, Kamelpan, [2]Kchautsa W., Twankais. Schwarze humose Erde häuft sich zwischen den Geröllen gern an.

Die Gerölle, welche so häufig das Innere der Pfanne erfüllen, stammen teils von den im Kalktuff befindlichen Geröllen, teils sind sie von der Sinterkalkböschung herabgerollt. Auch hierbei spielen die Füße der zur Tränke kommenden Tiere eine wichtige Rolle. Bei jeder eine Pfanne herabtrollenden Rinderherde kann man beobachten, wie sie mit den Hufen das Kalkgeröll verschieben, und selbstverständlich bewegen sich die Stücke stets nach abwärts. So bezeichnet dann auch immer eine Geröllzone den Hauptweg der trinkenden Tiere — [3]Neits-o, [2]Nucha W. und O., [2]Kchautsa W., Kamelpan, Kubi, Chanse und viele andere.

In dieser Weise geht die Ausbildung derjenigen Kalkpfannen vor sich, die ursprünglich eine Schüsselform besessen haben. Einen etwas anderen Verlauf und ein anderes Endresultat hat der Zerstörungsprozeß bei denjenigen Pfannen, deren Sedimente nicht einen Kessel, in dem das sinkende Wasser als Teich stehen blieb, sondern eine ganz horizontale Ebene gebildet haben. Hier konnte sich kein Härteunterschied zwischen dem trocken gelegten Rand und dem feuchten Innern herausbilden, gleichmäßig wurde der Boden der Pfanne trocken und konnte auch gleichmäßig erhärten, wenn er lange genug trocken blieb. Wenn dann der Kalktuff an einer Seite sich auskeilte und daher wenig mächtig war, so konnte er hier schnell zerstört und der harte Boden erreicht werden, solange der Tuff noch durchfeuchtet und weich war. Trocknete dann aber die Pfanne zeitweilig aus und erhärtete die Oberfläche des Kalktuffs, so mußte an der Wand des entstandenen Hohlraums ein Steilrand sich entwickeln. Die Zerstörung schritt nun von diesem Steilrand aus weiter. Das Wasser blieb am längsten in der Vertiefung zwischen Steilrand und Uferrand stehen. Hier drängten sich dann die Tiere zum Wasser, und zwar kamen sie naturgemäß nicht von der Oberfläche des Kalktuffs her, wo sie den Steilrand hätten herunterspringen müssen, sondern von der entgegengesetzten Seite. Deshalb mußten sie auch alle Kalktuffreste zwischen dem Steilrand und dem Pfannenrand mit ihren

Hufen gründlich zerstören und so den harten Boden freilegen. Nur die Gerölle von Sinterkalk und Chalcedon, die ursprünglich in dem Tuff vorhanden gewesen waren, blieben erhalten.

Durch Zerstörung rückte der Steilrand immer weiter rückwärts. Subterrane Erosion und Auslaugung unterhöhlten die Oberflächenbank, diese stürzte in mächtigen Schollen ab, die teils chemisch gelöst, teils zertrampelt und so zerstört wurden. Diesen Prozeß kann man jetzt noch an den Steilrändern des Kalktuffs überall beobachten.

Als Resultat der Zerstörung muß eine mit Geröll bedeckte Bodenfläche entstehen, die von einem langen, unterwühlten Kalktuffrand begrenzt wird. ²Kchautsa C. liefert ein ausgezeichnetes Beispiel einer solchen Pfanne. Bei völliger Zerstörung der Kalktuffdecken wurden aber die kahlen Pfannensandsteinflächen geschaffen, die wir in so großer Zahl im Chansefeld antrafen. Ob der Prozeß ganz oder nur teilweise beendet werden konnte, hing lediglich von der Ausdehnung, Mächtigkeit und Beschaffenheit des Kalktuffs und dem Besuch der Pfannen durch die Tiere ab. Da alle heutigen nackten Sandsteinflächen ganz flache Pfannen vorstellen, kann auch die Tuffdecke nur dünn gewesen sein. Neben der Mächtigkeit des Tuffs ist die Abwesenheit zahlreicher harter Gerölle wichtig, da diese die Zerstörung des Kalktuffs aufhalten müssen.

Auf eine besondere Form der Zerstörung, die wir in Tsch-uku beobachten können, muß noch aufmerksam gemacht werden, nämlich die Entfernung der Pfannenausfüllung durch den Wind mit Hülfe der Tiere. Auf der Südseite von Tsch-uku steht ein Steilrand an. Der Pfannenboden ist aber doch nur am äußersten Rand auf der Nordseite entblößt. Ein sandiger Kalkschlamm, der an vegetabilischen Substanzen reich ist, bedeckt vielmehr in wenig mächtiger Schicht den Sandsteinboden. Der Kalktuff ist hier also nicht rein und typisch entwickelt, sondern mehr ein mürber Kalksandstein, wird daher niemals sehr hart. Auf dieser seiner Beschaffenheit beruht es wohl auch, daß er beim Eintrocknen in handtellergroße Stücke zerplatzt, die sich schalenförmig nach oben krümmen. Solche lose Schalen bedecken, dicht nebeneinander liegend, den Boden. Jeder Tritt zermalmt und zerstäubt sie. Auf der kahlen Fläche kann aber der Wind seine Kräfte frei entfalten und bläst die Staubpartikel davon. Die Wirkung der Hufe von Antilopenherden muß hier gewaltig gewesen sein. Die Tiere suchen nun aber solche Pfannen ganz besonders gern auf, einmal, um eventuell Wasser zu finden, sodann aber, um Salz von der Oberfläche abzulecken. Die Kalktuffe sind nämlich alle salzhaltig. Dieser Umstand ist wichtig. Denn nur so wird es verständlich, warum die Tiere auch die trockenen Kalkflächen mit Vorliebe aufsuchen. So kann denn auch während der Trockenzeit durch die kombinierte Wirkung der Hufe und des Windes die Abtragung des Kalktuffschlammes vor sich gehen.

Während der Regenzeit verwandeln sich solche Pfannen, wie Tsch-uku, oftmals in flache Seen. Der mürbe Kalktuff wird dann von den trinkenden Tieren durchwühlt, und beim Austrocknen erfolgt eine erneute Schlamm- und Schalenbildung. Wir werden diese Form der Winderosion noch bei anderen Pfannen finden. Daß sie bei der Schaffung der kahlen Sandsteinflächen des Chansefelds eine große Rolle gespielt hat, ist nicht unwahrscheinlich, läßt sich aber nicht mehr nachweisen. Hierfür spricht der Umstand, daß die Kalktuffinsel auf der Nebenpfanne von ²Kchautsa W. zum Teil aus mürbem, sandreichem Kalktuff besteht, der keine erhebliche Härte angenommen hat, und daher, wenn unter Wasser gesetzt, sehr wohl von den Hufen der Tiere durchstampft und in Schlamm umgewandelt werden konnte.

Zu *Baines'* Zeit [13]) hätte man anscheinend das Zertreten und Zermalmen des weichen Schlammes an einigen Pfannen noch beobachten können. Er erwähnt nämlich aus Chause Fußtapfen von Elefanten in dem früher weichen

Kalktuff. Derselbe war damals bereits hart. In Kubi aber fand er den lufttrockenen Kalkschlamm noch so weich, daß er von Elefantenspuren durchfurcht wurde. *Baines*[14]) meint, daß dieser Schlamm „in time will be as hard as that at Chanse“. Heutzutage gibt es solch weichen Kalktuff in Kubi nicht mehr.

Das Resultat der Überlegungen ist, daß die zahllosen großen Säugetiere der früheren Zeit sehr wohl imstande gewesen sind, die Krater der Kalkpfannen zu schaffen, einmal durch Ausfuhr von mechanisch suspendiertem Kalkschlamm und von chemisch gelöstem Kalk mit dem Trinkwasser, sodann aber auch durch Zertreten und Zerstäuben getrockneten Schlammes und nachfolgende Abfuhr durch den Wind.

Demnach wird die Kraterbildung wohl in großen Zügen folgenden Verlauf genommen haben.

Erste Phase. Die Kalahari war ein mit Wasser reichlich versorgtes Land mit Flüssen und Teichen, die periodisch zu- und abnahmen, ganz so, wie wir es zwischen dem 10—16° südlicher Breite im Sambesigebiet heute noch finden. Enorme Massen von Wild bevölkerten das Land, verteilten sich wohl ziemlich gleichmäßig über dasselbe.

Zweite Phase. Die Niederschläge nahmen ab, die Flußbetten trockneten periodisch, dann dauernd aus, ebenso die Vleys im Sandfeld. Damit begann das Zusammendrängen der Tiere in den Gesteinsfeldern, die noch zahlreiche Wasserplätze enthielten, und zwar in Kalkpfannen mit Quellen. Erst in dieser Periode begann wirklich die Einwirkung der Tiere auf die Pfannen. Wahrscheinlich herrschte Schlammausfuhr vor. Sie wühlten den kalkreichen Pflanzenschlamm — Seekreide und gemischter Kalkschlamm[15]) — auf und entfernten ihn mit dem Wasser, ebenso den gelösten Kalk.

Dritte Phase. Im Laufe der nun folgenden Periode nahm die Zahl der Wasserplätze und ihr Wasservorrat ab, die Kalkausfuhr aber beständig zu. Denn das Wasser wurde reicher an gelöstem Kalk, die Zahl der Tiere schwoll an, die Schlammausfuhr wuchs. Viele der flachen Pfannen wurden ihrer Tuffdecke völlig beraubt. Gleichzeitig begann aber der Kalkschlamm durch Austrocknen zu erhärten. Infolgedessen traten die Kalkpfannen in

die vierte Phase, der alleinigen oder wenigstens überwiegenden Ausfuhr gelösten Kalks. In diesem Stadium befinden sich viele Pfannen noch heute.

Die fünfte Phase. Der Abschluß der Entwicklung wird mit der völligen Zerstörung des Kalktuffs erreicht. Bei den Pfannensandstein- und Grauwackenflächen, die von hartem Sinterkalk umrandet sind, ist dieser Zustand eingetreten.

III. Die Zeitdauer der Kraterbildung.

Es braucht wohl kaum besonders darauf hingewiesen zu werden, daß diese Phasen nicht nur ganz allmählich ineinander übergingen, sondern bei den verschiedenen Pfannen nach Größe und Tierbesuch verschieden schnell verliefen. Daher findet man ja auch die Pfannen in einem Distrikt in den verschiedensten Phasen. Nun wäre es naturgemäß von größtem Interesse, einmal eine Vorstellung zu gewinnen von der Zahl der trinkenden Tiere und ihrer geologischen Wirkung, sodann aber auch die Zeit zu berechnen, die notwendig war, um Krater von der Größe der heutigen Kalkpfannen zu schaffen. Zu diesem Zweck wird es notwendig sein, folgende Werte festzustellen.

1) Die Zahl der zur Tränke kommenden Tiere und ihr Wasserverbrauch.
2) Der Gehalt des Wassers an gelöstem Kalk und suspendiertem Schlamm.
3) Die Größe der verschiedenen Krater in Kubikmetern.

1) Die Zahl der zur Tränke kommenden Tiere und ihr Wasserverbrauch.

Leider fehlen uns für die Beurteilung der Menge von Tieren, die zur Tränke zu kommen pflegten, zahlenmäßige Angaben. Wir sind genötigt, aus einigen Bemerkungen, die alte Jäger und Reisende gemacht haben, uns eine Vorstellung von der Zahl der trinkenden Tiere und ihrem Wasserverbrauch zu machen.

Andersson[16]) gibt an, daß zur Zeit seines ersten Besuches in Rietfontein (1850) die schier unerschöpfliche Quelle daselbst in jeder Nacht leer getrunken worden ist. Von dieser Angabe wollen wir ausgehen.

Im November 1897, kurz vor der Regenzeit, nachdem es seit April nicht mehr geregnet hatte, wohl aber kurz vorher zahlreiche Damaraherden ihre Tiere an den Quellen getränkt hatten, standen an den beiden Quellen 2 Teiche von ca. 2000 und 500 qm, zusammen 2500 qm Oberfläche. Die Teiche hatten eine durchschnittliche Tiefe von ca. 10 cm. Ihr Wassergehalt betrug also wenigstens 250 cbm. Nun stimmen alle Aussagen von Händlern und Buschmännern darin überein, daß die Quellen vor einigen Jahrzehnten ganz erheblich wasserreicher gewesen sind. Demnach werden auch die Teiche zu *Anderssons* Zeit größer gewesen sein. Da sich nun aber die nach seiner Angabe leer getrunkenen Teiche während des Tages wohl nicht wieder ganz gefüllt haben werden, wollen wir das Quantum auf 100 cbm herabsetzen.

Halten wir also an der Zahl von nur 100 cbm fest. Diese Quantität ist nicht übertrieben und bedeutet keine besonderen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der großen Kalkpfannen. Haben doch die Rinderherden Mc'Donalds und Müllers, die über 800 Köpfe zählten, monatelang die kleinen Brunnen von Kwaebara ³nei benutzt.

Aus dem gefundenen Werte von 100 cbm für den täglichen Wasserverbrauch könnte man die Zahl der damals in Rietfontein trinkenden Tiere berechnen, wenn man die Quantität Wasser kennen würde, welche die verschiedenen Tiere zu sich zu nehmen pflegen. Leider fehlen uns auch hier direkte Beobachtungen fast ganz. An zahmen Tieren sind sie dagegen leicht auszuführen.

Herr Direktor *Heck* hatte die Liebenswürdigkeit, an den verschiedenen Tierarten des Berliner Zoologischen Gartens Untersuchungen anstellen zu lassen mit folgendem Resultat. Die Tiere erhielten Trockenfütterung und hatten wenig Bewegung, da sie im Stall gehalten wurden.

Tierart:	Wassermenge per Tag:
Großer indischer Elefant . . .	150—200 l.
Indisches Nashorn	120 l.
Elen-Antilope	12 l.
Blaues Gnu	6 l.
Wasserbock	10 l.
Säbelantilope	2 l.
Adelax	3 l.
Giraffe	14 l.
Hartebeest	3 l.
Beisaantilope	6 l.
Riedbock	1.50 l.
Pferdeantilope	6 l.
Sumpfbock	2 l.
Dromedar	12 l.
Wisent	24 l.
Bison	24 l.
Zahmer Büffel	36 l.

Tierart:	Wassermenge per Tag:
Arnibüffel	36 l.
Gaur	24 l.
Damara-Rind	24 l.
Jack	20 l.
Banteng	20 l.
Zebu	24 l.
Afrikanischer Wildesel	18 l.
Kalmückenpferd	16 l.
Pampas-Pferd	16 l.
Zebra	15 l.

Diese an gefangenen Tieren gewonnenen Zahlen bieten manches Lehrreiche. Einmal ist es interessant festzustellen, daß Antilopen, die in der Steppe jahraus, jahrein nahezu ohne Wasser leben, auch in der Gefangenschaft sehr wenig Wasser brauchen, wie z. B. Hartebeest (3 l), Säbelantilope (2 l), Giraffe (14 l). Da letztere mindestens 4—5 mal so groß wie eine Säbelantilope ist, würde sie im Verhältnis nicht mehr als ein Hartebeest trinken. Auch trinkt das Dromedar, obwohl bedeutend größer, doch nur halb so viel wie die zahmen Rinder. Sodann sind aber die gewonnenen Zahlen nicht mit dem Wasserverbrauch der Tiere in der Freiheit identisch. Bei der Trockenheit des Futters, der Hitze und Trockenheit der Luft und den oft sehr weiten Wanderungen der Tiere, muß letzterer in den Steppen ein ganz erheblich größerer sein. In einem Fall habe ich den Wasserkonsum zweier Esel und meines kleinen Ovamboreitochsen nach einer Durststrecke gemessen.

Bei dem Besuch der 'Audji-Berge waren die Tiere 2 Tage lang ohne Wasser. Nach der Rückkehr zum Wasserwagen tränkte ich sie aus meinem großen Blechkoffer, der 99 l, also rund 1 hl, Inhalt hatte. Die beiden Esel — kräftige Tiere — tranken den Koffer zusammen bis auf den Boden aus, der brave Christian aber, mein kleiner Reitochse, der nicht größer als ein Esel war, soff, ohne auch nur ein einziges Mal abzusetzen, das ganze Hektoliter aus und sah sich dann noch nach mehr um. Das war mittags. Abends tranken die Tiere noch einmal, freilich erheblich weniger, nämlich alle drei nicht ganz den Koffer leer.

Demnach hatte jeder Esel nach zweitägiger Durststrecke das erste Mal 50 l, abends 20—25 l getrunken, zusammen also ca. 70—75 l, der kleine Ochse dagegen 100 resp. 40—50 l, im ganzen also ca. 140—150 l. Aus diesen Werten glaube ich folgern zu dürfen, daß der normale Wasserverbrauch eines in der Kalahari weidenden Esels mindestens auf 25—30 l, der eines Ochsen auf ca. 50 l zu setzen ist.

Das sind Zahlen, die erheblich von den an gefangenen Tieren gefundenen Werten abweichen. Denn die Einhufer brauchten im Zoologischen Garten 15—18 l, die Rinderarten 20—36 l täglich. In der Freiheit brauchen die Tiere aber wohl $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ mehr Wasser als in der Gefangenschaft. Haben sie jedoch vorher Durst erlitten — und das passiert den Tieren in der weiten wasserlosen Steppe sehr häufig — so steigt der Wasserverbrauch schnell auf das Doppelte des normalen Quantums und mehr.

Aus den gewonnenen Werten nun kann man sich ein Bild machen von der Zahl der Tiere die notwendig sind, um 100 cbm Wasser auszuleeren. Nehmen wir an, aus einer Pfanne tränken 50 Elefanten à 250 l (Summe 12 500 l) und 20 Nashörner à 180 l (Summe 3600 l), so trinken diese Tiere zusammen 16.1 cbm Wasser aus. Demnach würde für die Antilopenherden, die der Zahl nach alle anderen Tiere weit übertreffen, noch rund 84 cbm Wasser übrig bleiben. Bei einem Verbrauch von durchschnittlich 10 l pro Kopf würden also 8400 Antilopen aus der Pfanne trinken. Das sind Zahlen, die man bei dem früheren Tier-

reichtum wohl als annehmbar bezeichnen darf. Ich erinnere nur an die nach Millionen zählenden Springbockherden, die früher die Kapkolonie überschwemmten und aus der Kalahari kamen. Der Tierreichtum dieser Steppe muß früher einfach enorm gewesen sein.

Wem die Annahme einer täglichen Wasserentnahme von 100 cbm zu groß erscheinen sollte, den möchte ich auf Folgendes aufmerksam machen.

Bekanntlich war Südwestafrika bis vor kurzem ein sehr viehreiches Land. Einzelne Häuptlinge besaßen 20000 und mehr Stück Rinder. Die Herden waren über das Land verteilt in einzelnen Haufen von mehreren 1000 Köpfen. Wenn also 2000 Ochsen, wie das häufig vorkam, aus einer Pfanne getrunken haben, 50 l per Kopf, so haben sie täglich 100 cbm getrunken. Es sind also tatsächlich nicht übermäßig große, sondern im Gegenteil mäßige Zahlen in Rechnung gezogen worden.

2) Gehalt des Wassers an gelöstem und suspendiertem Kalk.

Da der geologische Effekt der Tiere darin besteht, daß sie Kalk mit dem Trinkwasser entfernen, so wird es zunächst notwendig sein, den Gehalt des Wassers an gelöstem Kalk und an Kalkschlamm zu bestimmen.

Bestimmungen des Gehalts an chemisch gelöstem Kalk im Wasser der Kalkpfannen fehlen noch. Folgende Überlegung dürfte aber zu einem vorläufig befriedigenden Resultat führen.

1000 Teile mit Kohlensäure gesättigten Wassers können 1 Teil kohlensauren Kalk auflösen. Da nun das Quellwasser direkt aus dem Kalktuff austritt, in dem es lange Zeit geweilt hat, und da es bei der Trockenheit und Wärme der Luft durch Verdunstung stark konzentriert wird, so dürfte es nicht übertrieben sein, den Gehalt des Teichwassers an $CaCO^3$ auf 0.5 g pro Liter anzunehmen. Demnach würden mit je 100 cbm Wasser 50000 g $CaCO^3$ entfernt werden oder = 50 kg.

Weit größere Mengen Kalk dürften aber mit dem Trinkwasser in Form von Kalkschlamm ausgeführt worden sein. Beim Trinken wurde der noch weiche Kalkschlamm — Seekreide — von den Hufen der Tiere, von den sich wälzenden Elefanten und Nashörnern aufgewühlt und so entfernt. Leider entziehen sich die auf solche Weise entfernten Kalkmengen vorläufig jeder Beurteilung. Ich möchte aber glauben, daß die Ausfuhr in Schlammform in der ersten Zeit, als der Kalktuff noch nicht durch Austrocknen erhärtet war, in kolossaler Menge erfolgte, und daß vielleicht in verhältnismäßig kurzer Zeit, bis zur Erhärtung des Tuffs nämlich, die Pfannen die heutige Form erhielten. Nachher ging die Erweiterung des Kraters hauptsächlich durch Ausfuhr chemisch gelösten Kalks vor sich.

In Ermangelung eines besseren Anhalts sei nun eine Berechnung des in Schlammform ausgeführten Kalks gegeben auf Grund einer eigenen Beobachtung.

Im Juni 1898 kamen wir an eine weit mit schlammigem Wasser gefüllte Sandpfanne, in der sich einige Tage zuvor eine Herde Elefanten gewälzt hatte. Es war eine braungelbe Schlammbrühe. In einem Eimer setzte sich der Schlamm nach Zusatz von Alaun soweit nieder, daß eine höchstens 3 Finger hohe Schicht klaren Wassers entstand, die wir vorsichtig mit Gläsern abschöpften. Der in einem Liter Wasser suspendierte Schlamm betrug ungefähr 25 g. Unsere Ochsen und Pferde tranken das Wasser ohne jedes Zeichen von Widerwillen, und auch uns bekam der Genuß des Schlammes, als wir es später ungereinigt trinken mußten, keineswegs schlecht.

Legen wir den Wert von nur 20 g Kalkschlamm per Liter den Berechnungen zu Grunde, so enthalten 100 cbm Wasser 2000 kg Schlamm.

3) Wieviel Kalktuff ist aus den verschiedenen Pfannen ausgeführt werden?

Um die Zeit zu berechnen, die die Bildung der Kalkpfannenkrater in Anspruch genommen haben könnte, müssen wir noch den Inhalt derselben kennen. Denn dieser entspricht der ausgeführten Menge Kalktuff. Durch Berechnung können wir den ungefähren Wert für einige Pfannen ermitteln.

Der Krater von ³Neits-e hat einen Durchmesser von rund 30 m, bei mittlerer Tiefe von 2 m. Sein Inhalt ist also ca. 1413 cbm, rund 1400 cbm. Den ober- und außerhalb des jetzigen Kraters ausgeführten Kalktuff schätze ich nach einer Berechnung auf ca. 7850 cbm, die Gesamtmenge des ausgeführten Kalks wäre also rund 10000 cbm.

²Nucha W. hat einen Kessel von 60 : 2 m. Sein Inhalt ist also ca. 5650 cbm. Die Gesamtmenge des ausgeführten Kalks schätze ich auf ca. 14000 cbm.

In Kubi ist ein Zylinder von ca. 1.5 m Höhe und 150 m Durchmesser entfernt worden, also ca. 26500 cbm.

In Chanse ist ein ca. 300 m langes, 50—100 m breites ovales Stück des Bodens entblößt worden. Der entfernte Kalktuff bildet also eine Tafel von ca. 1.5 m Höhe und 200 : 100 m Seitenlänge. Der Inhalt beträgt also rund 30000 cbm.

Versuchen wir nun einmal auf Grund der gewonnenen Werte für die Menge des getrunkenen Wassers, für den Kalkgehalt des Wassers und die Größe der Kessel die zur Entstehung letzterer notwendige Zeit zu berechnen.

Zunächst muß man daran denken, daß die Tiere nicht gleichmäßig das ganze Jahr hindurch aus den Pfannen trinken. Während der Regenzeit sind sie über die Steppe hin verbreitet. Erst mit dem Beginn der Trockenzeit sammeln sie sich an den dauernden Wasserstellen an. Nehmen wir nun an, daß nur während der schlimmsten Zeit der Trockenheit, also von August bis Ende November, oder während rund 100 Tagen die Tiere 100 cbm Wasser täglich trinken.

Die in chemischer Lösung ausgeführte Kalkmenge ist dann folgende:

1 Liter	Wasser enthält	0.5 g	$CaCO^3$
1 cbm	„ „	500 g	„
100 „	„ enthalten	50 kg	„

Die tägliche Kalkausfuhr beträgt also 50 kg, die jährliche (= 100 Tage) also 5000 kg kohlensauren Kalk.

Herr Dr. *Elich* hatte die Güte, das spezifische Gewicht des Kalktuffs von Letlakane zu bestimmen, und zwar des Pulvers. Es betrug in einer Probe 2.67, in einer zweiten 2.70, im Mittel also 2.685. Da nun aber der Kalktuff sehr porös ist und viel Wasser resp. Luft enthält, so ist es sehr mäßig gerechnet, wenn ich zur Bestimmung des Volumens eines Kilos Kalktuffs das spezifische Gewicht 2.5 annehme.

Demnach hätten 5000 kg Kalktuff ein Volumen von 2000 l = 2 cbm. Um also eine Quantität Kalk von der Größe der genannten Krater auszuführen, wären notwendig gewesen:

³Neits-e	(10000 cbm Inhalt)	5000 Jahre.
²Nucha W.	(14000 „ „)	7000 „
Kubi	(26500 „ „)	13250 „
Chanse	(30000 „ „)	15000 „

Nun kann einfache Ausfuhr gelösten Kalks allein wohl im Laufe der Zeit eine Kalktuffmasse völlig zerstören, einen Krater formen kann sie aber niemals. Das kann nur die lokale mechanische Einwirkung der Hufe, das Wälzen und Siehlen und die Schlammausfuhr mit dem Trinkwasser.

Angenommen nun, daß die Tiere jährlich während des letzten Monats vor dem Beginn der Regen, also 30 Tage lang, ein Wasser mit 20 gr Schlamm per Liter verfinden und davon täglich 100 cbm trinken, so enthält das getrunkene Wasser 2000 kg Schlamm.

Nehmen wir das spezifischn Gewicbt des Kalkschlamms wieder als 2.5 an, so entbalten 100 cbm 800 Liter Kalk. Das wäre der Betrag der täglichen Kalkausfuhr in Schlammform. In einem Jahr (30 Tagen) würden also 24 cbm Schlamm ausgeführt werden.

Um die Kessel der genannten Pfannen zu bilden, wären also notwendig für

[3]Neits-o (10 000 cbm) . . . . . . ca. 416 Jahre.
[2]Nucha W. (14 000 „) . . . . . . „ 580 „
Knbi (26 500 „) . . . . . . „ 1100 „
Chanse (30 000 „) . . . . . . „ 1300 „

Ich möchte betonen, daß ich bei der Berechnung bemüht war, immer möglichst kleine Werte anzunehmen. So wurde der ursprünglich gefundene Wasserverbrauch von 250 auf 100 cbm herabgesetzt. Obwohl das ganze Jahr hindurch aus den Pfannen getrunken wurde, sind doch nur 100 Tage als Trinktage in Rechnung gezogen, für die Schlammausfuhr sogar nur 30 Tage. Die Werte für die spezifischen Gewichte sind auch nur recht bescheiden groß angenommen worden, und trotzdem sehen wir, daß in überraschend kurzer Zeit die Krater entstanden sein müssen. Dabei ist die Schlammausfuhr durch Winderosion gar nicht berücksichtigt worden, obwohl dieselbe in vielen Fällen gewiß recht erheblich gewesen sein mag.

Auch die Schlammausfuhr durch die sich wälzendnn Tinre muß sehr bedeutende Beträge erreicht haben, wie folgende Überlegung zeigt.

Nehmen wir die Oberfläche eines Nashorns auf 6 qm an und die Kruste nach jedem Schlammbad auf 1 mm, so trägt jedes Tier 6 l Schlamm fort. Wenn also 10 dieser Tiere während der Trockenzeit (180 Tage) täglich baden, tragen sie im Jahr 10.8 cbm Schlamm fort, im Laufe von weniger als 2000 Jahren also den Inhalt einer Pfanne von 20 000 cbm. Das würden 10 Nashörner allein fertig bringen!

Können nun auch durch Ausfuhr von Schlamm beim Trinken und Baden, sowie von gelöstem Kalk in überraschend kurzer Zeit Krater entstehen, so verlangt obige Tabelle doch noch eine Korrektur. Große Pfannen werden vermutlich stärker, kleinere schwächer besucht worden sein, als angenommen wurde. Nehmen wir also an, daß die berechnete Ausfuhr auf einen mittelgroßen Krater mit 15 000 cbm Inhalt paßt, so würde er innerhalb 625 Jahre gebildet werden sein.

Um nun aber auch die Schlammausfuhr durch Wälzen und Baden zu berücksichtigen, wollen wir annehmen, daß in einer solchen Pfanne nur 100 Tage lang im Jahr 3 Rhinocerosse und 3 Elefanten sich gewälzt und pro Bad 6 l Schlamm entfernt baben, also pro Jahr 3.6 cbm Seblamm, so verringert sich die Zahl auf 547 Jahre.

Aber diese Berechnung gibt immer noch eine falsche Vorstellung. Wir sahen ja, daß das Zusammendrängen der Tiere am Wasser allmählich sich entwickelt haben muß, dementsprechend auch die Schlammausfuhr und die Energie der Kraterbildung. Dann kamen wohl eine oder mehrere Perioden, wo letztere den Höhepunkt erreichte und wieder abnahm, als nämlich der Tuff durch Austrocknen zu erhärten begann. Die Ausfuhr gelösten Kalks begann zu überwiegen. Allein aufgehört hat die wühlende und zerstampfende Tätigkeit der großen Tiere doch nie. Den durch teilweise Kalkauflösung gelockerten Tuff haben sie auch später noch zertreten und zu Staub zermalmt, besonders die abgestürzten Blöcke am unterwühlten Kraterrand. Auch fehlte ja weicher Kalktuff bis in die jüngste Zeit nicht, z. B. in Kubi, sogar mit frischen Elefantenspuren. Auch in Chanse fand ja *Baines* Fährten dieser Tiere als Löcher im Tuff.

Nun fehlt uns zwar jeder Anhalt zu einer Beurteilung der Geschwindigkeit, mit der die Zahl der trinkenden Tiere zunächst wuchs und später der Tuff erhärtete, deshalb können wir zu keinen sicheren Zahlen kommen, allein nehmen wir auch selbst die zehnfache Dauer an als berechnet wurde, so würden 5470 Jahre immer noch einen sehr geringen Zeitraum bedeuten. Denn diese Zahl besagt, daß vor dieser Zeit — sagen wir rund 6000—7000 Jahren — das Chansefeld ein wesentlich anderes Klima gehabt haben muß. Die Pfannen waren gefüllt, die Tiere lebten zum größten Teil dauernd in den Sandfeldern. Es müssen Niederschläge gefallen sein, wie heutzutage zwischen dem 12°—17° n. Br., wo heute noch das Sandfeld in Flußbetten und Sandpfannen reichlich Wasser enthält. Demnach scheint in historischen Zeiten eine deutliche Verschlechterung des Klimas eingetreten zu sein, und wenn man bedenkt, daß vor 5000 Jahren Ägypten am Abschluß einer alten Kulturperiode stand, daß dort Ruinen großer Städte und Bauwerke in heutzutage absolut wasserlosen Gebieten stehen, so fragt man sich doch, ob nicht auch dort die so vielfach geleugnete Klimaänderung in historischen Zeiten stattgefunden habe.

So wirft also der Versuch, das Alter der Pfannenkessel zu berechnen, ein interessantes Licht auf die so ungemein interessante Frage nach der Klimaänderung in Südafrika.

Es wäre sehr wichtig, von diesem Gesichtspunkt aus genaue Messungen anzustellen, einmal über den Gehalt des Pfannenwassers an gelöstem Kalk und eventuell an Kalkschlamm, sodann aber auch über den Wasserverbrauch der Tiere in der Freiheit. Dann würde obige Berechnung erheblich an Sicherheit und Genauigkeit gewinnen. An den Kalkpfannen des Damaralandes, wo heute noch große Viehherden zur Tränke kommen, sind solche Untersuchungen vielleicht unschwer auszuführen und könnten sehr dankenswerte Resultate ergeben.

IV. Beobachtungen früherer Reisender.

Die Auffassung, daß die Pfannenkrater durch das Wild gebildet worden seien, gewann ich bei Betrachtung der Pfannen, und steht obige Darstellung im wesentlichen schon in meinen Tagebüchern. Ich glaube, man darf Wert darauf legen, daß eine Ansicht an Ort und Stelle und nicht nachträglich entstanden ist. Als dieses Kapitel im Sommer 1900 niedergeschrieben wurde, kannte ich von der vorhandenen Literatur nur die bisher zitierten Reisewerke *Galtons*, *Anderssons* und *Baines'*, sowie das von *Livingstone*. Später fanden sich nun aber bei anderen Reisenden eine ganze Reihe von Beobachtungen, die obige Darstellung in glücklichster Weise zu unterstützen geeignet sind.

Dieselben Beobachtungen, wie *Baines*, über weichen Kalktuff mit Eindrücken von Elefantenspuren in den Pfannen von Chanse und Kubi, machte *Chapman*[17]), der gleichzeitig mit ihm reiste.

Sehr wichtig ist eine Notiz von *Livingstone*[18]) aus Kubi im Makarrikarribecken, die ich wörtlich anführen möchte.

„At Koobe there was such a mass of mud in the pond worked up by the wallowing rhinoceros to the consistency of mortar, that only by great labour could we get a space cleared at one side for the water to ooze through and collect in for the oxen. Should the rhinoceros come back, a single roll in the great mass we had thrown on one side would have rendered all our labour vain. It was therefore necessary to guard the spot by night. On these great flats all around we saw in the white sultry glare herds of zebras, gnus, and occasionally buffaloes, standing for days, looking wistfully towards the wells for a share of the nasty water.“

Abgesehen von dem gewaltigen Tierreichtum des Landes, den diese Beobachtungen verraten, zeigt die Notiz, daß der „mud“, der in „Mörtel“ verwandelt

wurde, eben durch das Wälzen der Tiere, Kalkschlamm war. Denn Livingstone hätte wohl kaum den Vergleich mit Mörtel gebraucht, den er sonst bei Schlamm nie macht, ohne die hellgraue Farbe des Kalkschlamms.

An der zitierten Stelle spricht er ferner von dem Durst der Tiere, die — selbst verwundet — trotz aller Gefahr zum Wasser stürzten.

Sehr interessante Beobachtungen über den Tierreichtum des Makarrikarrigebiets machte *Chapman*[19]) am 9. September 1854 in Mamtsoe, einer Kalkpfanne nördlich von der großen Makarrikarripfanne Tschua oder Ssoa:

„Game of all sorts came and went in vast multitudes all night, many passing within a few feet of us; (d. h. der auf Anstand in Steinringen nachts wartenden Jäger) and I feel no scruple in affirming that, since the preceding evening before sunset, till the next morning after sunrise, except during the time of our being besieged by the lions, no less, at a very moderate computation, than a hundred head of game drank at the spring every five minutes. This in ten hours would make the number 12,000, which, however enormous it may appear, is, I feel confident, far within the mark. The pool, about 400 yards in circumference [also rund 120 m Durchmesser], was all night kept in commotion, the splashing of water, the din of clattering hoofs, and the lowing and moaning of gnus and their calves, being mingled in discordant notes. The braying of quaggas was terrible, and the pond, excepting at one or two short periods, while we fired, was never clear."

Die Löwenschar, auf die angespielt wird, war 10 Köpfe stark. In jener Nacht wurden geschossen 12 Springböcke, 2 Gnus, 2 Quaggas, 1 Rhinoceros.

In der folgenden Nacht erlegte *Chapman* mit einem Schuß aus einer Springbockschar, die 2 Yards von der Mündung seines Gewehrs trank, fünf Tiere sofort und verwundete ein sechstes.

Die Angaben *Chapmans*, die auf direkter Beobachtung beruhen, bestätigen nicht nur die Ausführungen dieses Kapitels, sondern zeigen, daß die oben angenommenen Zahlen nicht zu hoch waren. *Chapman* beschreibt ein von Europäern noch nicht besuchtes, wildreiches Gebiet an einer wohl sehr wildreichen Pfanne. Aber die für das Chansefeld angenommenen Zahlen sollen ja auch für eine Zeit gelten, wo der Mensch vielleicht überhaupt noch nicht störend eingriff und die Tiere die Herrn des Landes waren.

Nehmen wir die Zahl von 12000 Antilopen als richtig an und lassen wir die durstigen Tiere pro Kopf auch nur 10 l trinken — ein großer Teil bestand ja aus Quaggas, die wohl 50 l trinken — so beträgt die täglich verbrauchte Wassermasse 120 cbm. Die Jahreszeit — Anfang September — bedeutet aber noch lange nicht den Höhepunkt der Trockenheit und des Zusammendrängens der Tiere an den Wasserplätzen.

Im Juni 1861 sah *Chapman*[20]) bei Tsagubi in den Ebenen nördlich der großen Salzpfannen Herden von 500—1000 Stück von Quaggas und Gnus. Er beschreibt die Jagd der Buschmänner mit Fallgruben und Zäunen, die in jeder einzelnen Grube 50—100 Stück Antilopen fangen. Nachts standen in Tsagubi um den Wasserplatz herum Tausende durstiger Gnus, desgleichen mehrere Rhinocerosse. Auch Löwen und Schimmelantilopen fehlten nicht.

Chapman[21]) ist es auch aufgefallen, daß die Teiche der Kalkpfannen — ponds — des Makarrikarrigebiets meist von einer bestimmten Seite her auf mit Geröll bedecktem Wege von Wild besucht wurden. Er wirft sogar die Frage auf, ob nicht das Wild diese Straße durch Niedertreten des Randes der Pfanne geschaffen habe! Auch sonst enthält denn das *Chapman*'sche Buch mancherlei Beobachtungen, die gerade für die Beurteilung des geschwundenen Tierreichtums und des geologischen Effekts aller jener gewaltigen Herden wertvoll sind.

Das sind also direkte Beobachtungen, die genau übereinstimmen mit den

Vorstellungen, die man heutzutage bei Betrachtung der Kalkpfannenkrater an Ort und Stelle unwillkürlich zur Erklärung der bestehenden Verhältnisse heranzieht.

Daß die Elefanten durch Auswühlen tiefer Löcher pfannenähnliche Vertiefungen schaffen, wird von mehreren Beobachtern erwähnt. *Mohr*[22]) gibt eine ausführliche Beschreibung dieser Löcher und ihrer Entstehung:

„Eine Eigentümlichkeit des afrikanischen Elefanten, die ich bis jetzt in keinem Buche erwähnt gefunden, ist die, daß er sich in der Nähe der Teiche eine Art Badewanne gräbt, dieselbe ist vorn zu, d. h. sie bildet hier eine steile Wand, die Höhe und Breite sind gleich der des Tieres. Nachdem der Elefant die Wände der Grube mit Wasser bespritzt hat, reibt er sich den feuchten sandigen Lehm in die Haut hinein, eine harte Erdkruste gegen den Biß zahlloser Insekten, wofür er trotz seiner Haut sehr empfindlich zu sein scheint. Ist er mit seinem Schlammbade fertig, so muß er rückwärts aus der Grube wieder herausmarschieren, diese aber waren so zahlreich, daß wir auf unserem Marsche mit den Wagen durchs Land jeden Augenblick zum Stillstand kamen."

Wie bedeutend die so herausgeschafften Schlammassen waren, geht daraus hervor, daß nach *Mohr* die Baumstämme im Umkreis der Vleys mit Schlamm überkrustet sind, weil sich die Elefanten nach dem Bade an ihnen abreiben.

Mohrs Angaben werden glänzend bestätigt durch eine persönliche Mitteilung Herrn *F. Müllers*. In dem Flußbett des Takatschó, ca. 38—39 km südlich von Okwa fand er zwei Löcher von 30—40 m Durchmesser und 5 m Tiefe. Auf einer Seite hatten dieselben einen Steilrand, ganz so wie viele Pfannenkrater. Der Boden des Takatschó besteht aus „weißem Potelay". Ich habe keinen Zweifel, daß dieser „Potelay" nicht Ton, sondern der Hauptsache nach erhärteter, feiner, tonarmer Kalkschlamm ist, wie er auch im Okavangobecken vorkommt. Auf seine Fragen, wie diese Löcher entstanden seien, erwiderten die Buschmänner, daß die Elefanten, die in früherer Zeit hier zur Tränke kamen, sie ausgewälzt und ausgewühlt hätten.

Ich bedaure sehr, nicht selbst gleichfalls die Buschmänner nach der Entstehung der Pfannenkrater im Chansefeld gefragt zu haben. Sie hätten vielleicht noch interessante Mitteilungen auf Grund früherer direkter Beobachtungen machen können, z. B. mein treuer Begleiter ²Koschep, in dessen Gegenwart der letzte Elefant des Chansefeldes von dem Jäger Robinson geschossen wurde.

Im Juni 1903 hielt ich über die Entstehung der Kalkpfannen einen Vortrag in der Fachsitzung der Gesellschaft für Erdkunde. In der Diskussion wurden mehrere interessante Punkte behandelt. Es wurde von einem Kenner Borneos darauf hingewiesen, daß die Nashörner daselbst ähnliche Gruben auswühlen, und Herr Dr. *Deckert* warf die Frage auf, ob nicht manche geschlossene Hohlformen in Nordamerika, die man als „Lösungstäler" — d. h. also durch chemische Einwirkung entstanden — auffasse, auf die Büffelherden zurückzuführen seien.

Besonders wichtig ist aber eine Bemerkung des Landesgeologen Herrn Dr. *Zimmerman*, daß der Urin und Kot der trinkenden Tiere in dem Krater sehr energische chemische Umsetzungen und Lösung des Kalks zur Folge haben müsse. Diese Einwirkung ist unbedingt vorhanden und von mir übersehen worden. Ist doch das Wasser der Teiche stets so gelb und jauchig von Urin und Kot, daß wir es nie trinken mochten. Die chemische Auflösung des Kalks muß dadurch bedeutend beschleunigt werden, namentlich unter Bildung von hippursaurem[23]), harnsaurem, phosphor- und salpetersaurem Kalk.

Der Gehalt des Pfannenwassers an Urin und Kot ist deshalb so bedeutend, weil sehr durstige Tiere, in deren Harnblase naturgemäß Harnsalze in sehr konzentrierter Form vorhanden sind, sofort nach dem reichlichen Genuß von Wasser zu urinieren pflegen — nach meinen Beobachtungen bei durstigen Ochsen oft noch während des Trinkens. Anscheinend tritt eine sehr schnelle Abscheidung von Wasser durch die Nieren ein, der die sofortige Befreiung der Harnblase

und des ganzen Organismus von den so schädlichen Harnsalzen folgt. Auch in Adamaua fiel es uns während der Trockenzeit auf, daß die stehenden Pfützen in Bachbetten einen unangenehmen Beigeschmack hatten, der nach Aussage der Eingeborenen auf den Urin der zur Tränke kommenden Antilopen zurückzuführen ist.

V. Fossile Kalkpfannen.

Welches Bild haben wir uns also von der Entstehung der Kalkpfannen des Chansefeldes zu machen?

In den primär vorhandenen Niederungen und Kesseln des Grundgesteins bildete sich der Pfannensandstein teils wohl als Kalkkruste und durch Einkalkung vorhandener loser Sande, die über dem Grundgestein lagen und loses Geröll und eckigen Schutt desselben umschlossen, teils wohl durch Absatz in Teichen. Diese Kalkablagerung, in der nie Fossilien gefunden worden sind, verkieselte mehr oder weniger, zersprang an der Oberfläche durch Spaltenbildung zu Schutt, muß also trocken gelegen haben.

Eine erneute Periode der Kalkablagerung erfolgte, die räumlich viel ausgedehnter war als die erste. Kalk mit Rinden und Sinterstruktur lagerte sich auf den Höhen ab, Kalktuff in Teichen der Niederungen mit reicher Schilfvegetation. Das Wasser der Teiche war brackisch, wurde aber durch periodische Überschwemmungen ausgesüßt. Die Wasser müssen oft recht reißend gewesen sein, das beweisen die Gerölllager im Kalktuff, die aus faustgroßen Rollstücken von Sinterkalk bestehen, wie er auf den Höhen außerhalb der Pfannen gebildet wurde, resp. schon vorhanden war.

Wieder kam eine Periode der Trockenheit. Die Teiche nahmen ab, durch die trinkenden Tiere wurde der weiche Kalkschlamm entfernt, Löcher entstanden, die in dem erhärtenden Kalktuff Kraterform mit steilen Rändern annahmen. Abwechselnden Perioden größerer Trockenheit und Niederschläge verdankten die Kalktuffterrassen ihre Entstehung. Je nach der gründlicheren oder geringeren Zerstörung des Kalktuffs, deren Intensität von der Mächtigkeit und Zusammensetzung des Tuffs sowie von dem Besuch der trinkenden Tiere abhing, entstanden die Tuffkrater, die Pfannen mit Tuffresten, die nackten Pfannensandsteinflächen.

Auf eine Frage sei noch hingewiesen, die ich nicht an Ort und Stelle geprüft habe, die sich jedoch uns nachträglich aufdrängen muß, ob nämlich nicht bereits in früheren Perioden Kalkpfannen mit Kratern existiert haben.

Wie wir sahen, deuten die verschiedenen Kalkablagerungen darauf hin, daß wiederholt Perioden feuchteren und trockneren Klimas gewechselt haben. Die Ablagerungen des Pfannensandsteins und der verschiedenen Kalaharikalke scheinen entschieden mit Perioden gesteigerter Trockenzeit geendet zu haben. Ferner sahen wir, daß Pfannensandstein und Sinterkalk durchaus den Eindruck von Kalkkrusten in Halbwüsten machen, und daß namentlich der letzte in manchen Fällen ursprünglich als weiche Kalkablagerung entstanden ist, die erst nachträglich unter Ausbildung einer Oberflächenbank erhärtete, oft total.

Bei solcher Entstehung als „Kalkkruste" müssen wir erwarten, daß der Kalk alles kalkhaltige Gestein, d. h. im vorliegenden Fall die Chansegrauwacken, überzieht, Erhebungen und Niederungen. Das ist nicht der Fall. Der Pfannensandstein findet sich vorwiegend in den Niederungen und bildet oft den Boden der heutigen Kalkpfannen. Auf den Höhen fehlt er ganz oder ist nur als zerstörte, in Geröll aufgelöste Decke erhalten. Beim Sinterkalk finden wir das Gegenteil. Er überzieht die Höhen und fehlt meist in den Niederungen. Der Pfannenkalktuff, eine in Teichen und Seen abgelagerte „Seekreide", vertritt ihn ganz und beginnt höchstens im Liegenden mit einem Geröll aus Sinterkalk.

Das ist eine sehr auffallende Erscheinung. Wir müssen die Frage aufwerfen: Hat der Sinterkalk wirklich immer nur die Höhen bedeckt und niemals die Niederungen — das wäre mit seiner Natur als „Kalkkruste" nicht in Einklang zu bringen — oder ist er aus den Niederungen nachträglich wieder entfernt worden?

Ich möchte glauben, daß letzteres der Fall ist. Wie im heutigen Nordafrika etc. dürfte der Kalk auch in der Kalahari eine weiche Masse gebildet haben, über der die harte Kruste entstand. Da nun, wie wir gesehen haben, zur Kalaharikalkzeit Ablagerungen in Brackwasserseen mit Tier- und Pflanzenleben, z. B. am Botletle, sich gebildet haben, so ist man wohl berechtigt anzunehmen, daß es auch im Chansefeld in den Niederungen zu Ansammlung von Wasser kam — also im Bereich der heutigen Pfannen — und daß sich in solchen Teichen Kalkschlamm absetzte.

Dann folgte eine Periode der Trockenzeit — Kalkkrustenbildung auf dem Kalksandstein des Botletle — also wohl Umwandlung eines Steppenklimas in das einer Halbwüste. Liegt da nicht der Gedanke nahe, daß die Steppentiere damals in ähnlicher Weise an den schwindenden Wasserplätzen zusammengedrängt wurden, wie heutzutage, und in der gleichen Weise wirkten, d. h. den Kalkschlamm entfernten und Krater schufen?

Könnte also das Freisein des Bodens der heutigen Pfannen vom Kalk der Kalaharizeit nicht erklärt werden durch Entfernung desselben durch die trinkenden Tiere während der Trockenzeitperiode, die zwischen der Ablagerung des Kalaharikalks und des Kalaharisandes lag?

Ich möchte glauben, daß eine derartige Erklärung viel für sich hat. Das Geröll aus Sinterkalk, das nicht selten den Boden der Pfannen bedeckt und von Kalktuff überlagert wird, wäre dann das Überbleibsel der ehemaligen Kalktuffausfüllung, entsprechend dem gleichen Geröll in den heutigen, vom Kalktuff befreiten Pfannen. Vielleicht enthalten die Pfannen, die eine geschlossene Oberflächenbank besitzen, unter der weicher Kalktuff liegt oder in denen die ganze Kalkmasse aus Sinterkalk besteht — z. B. die Pfanne zwischen [3]Neits-e und [2]Kchautsa W. (S. 275), die westlich von Kwaebara [3]nei (S. 270) und die östlich von Sseribes (S. 272) —, die ursprünglichen Ablagerungen aus der Kalaharikalkzeit, die aus nicht näher bekannten Gründen der Zerstörung entgangen sind. Derartige Pfannen scheinen im östlichen Damaraland, wie wir sehen werden, recht häufig zu sein. (Kap. XX S. 360.)

Eine andere Konsequenz müssen wir aber dann noch ziehen, nämlich daß der heutige Kalktuff erst in der folgenden Periode entstand, als die Niederschläge wieder stiegen und sich neue Seen bilden konnten, d. h. also, daß er gleichalterig mit dem Kalaharisand ist. Das ist ein Punkt, den wir im Auge behalten müssen.

Schließlich dürfen wir aber einem wichtigen Einwand nicht aus dem Wege gehen, der gemacht werden könnte, nämlich der Frage: Warum ist der Pfannensandstein, der ja doch wohl auch eine ursprünglich weiche Ablagerung ist, nicht ebenfalls von Tieren durchwühlt worden? Warum ist er im Gegenteil gerade in den Niederungen erhalten geblieben?

Darauf möchte ich folgendes antworten: Ist die Anschauung richtig, daß der Pfannensandstein ein Produkt der Halbwüste ist, die einem Wüstenklima folgte, so erklärt sich das Fehlen tierischer Erosion in Kalkpfannen von selbst; denn Halbwüsten haben eben kein so reiches Tierleben, und dasselbe fehlte erst recht der auf die Bildung des Pfannensandsteins folgenden Periode gesteigerter Trockenheit. Deshalb fehlt jede tierische Erosion in den Niederungen, und nur auf den Höhen wurde die wohl dünne Kalkrinde durch Insolationswirkung zerstückelt und in Geröll aufgelöst. Während der Kalaharikalkzeit dagegen be-

stand ein Steppenklima — denn es lobte die heutige Molluskenfauna — und demnach auch eine Steppenflora und -fauna.

Wir haben uns hiermit einem sehr wichtigen tiergeographischen Problem genähert, nämlich der Frage nach der Einwanderung der heutigen Säugetierfauna in Südafrika. Dieselbe war in Nordafrika bereits im Eocän vorhanden, wanderte aber bekanntlich in Südafrika so spät ein, daß sie Madagaskar nicht mehr erreichte. Dieses Problem wollen wir aber an dieser Stelle nicht weiter ausführen, vielmehr nach solcher Abschweifung dem weiteren Verlauf der Darstellung wieder folgen.

Anmerkungen.

1) *Schinz*: Deutsch-Südwest-Afrika. Oldenburg und Leipzig 1891. S. 519.
2) *Andersson*: Reisen in Südwest-Afrika bis zum Ngami. Leipzig 1856. Teil I. S. 256/257.
3) — l. c. Teil II. S. 114.
4) — l. c. Teil II. S. 122.
5) — l. c. Teil II. S. 126, 127.
6) — l. c. Teil II. S. 148, 151, 166.
7) — l. c. Teil II. S. 152, 155, 157, 158.
8) — l. c. Teil II. S. 158.
9) *Baines*: Exploration in S. W. Africa. London 1864. S. 145.
10) — l. c. [455].
11) *Andersson*: l. c. Teil I. S. 264.
12) *Baines*: l. c. [444].
13) — l. c. S. 146.
14) — l. c. S. 155.
15) *Passarge*: Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen. Jahrbuch der Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. Bd. XXII.
16) *Andersson*: l. c. Teil I. S. 157.
17) *Chapmann*: Travels in the Interior of South Africa. London 1868.
18) *Livingstone*: Missionary Travels and Researches in South Africa. London 1857. I. S. 161.
19) *Chapmann*: l. c. Bd. I. S. 240.
20) — l. c. Bd. II. S. 79—81.
21) — l. c. Bd. II. S. 61.
22) *Mohr*: Nach den Viktoriafällen des Sambesi. Leipzig 1875.
23) Pflanzenfresser scheiden hauptsächlich Hippursäure ab.

Kapitel XVIII.

Das Sandfeld südlich des Ngamirumpfes.*)

In dem Bogen zwischen dem Chansefeld, Ngamirumpf und Hainafeld einer-, und dem Epukiro andererseits, liegt ein Gebiet, das bis jetzt noch sehr wenig bekannt geworden ist. Die Ursache hierfür ist die absolute Wasserlosigkeit während der Trockenzeit. Während der Regenzeit wird es dagegen von Buschmännern durchzogen, auch sind die Trekburen tief in dieses Gebiet eingedrungen. Nur zwei Ausflüge wurden dorthin während unserer Expedition unternommen, einmal von mir nach den ꞌAudji**), sodann von dem Prospektor Mr. Powrie nach dem Wasserplatz ꞌGagam.

1) Die ꞌAudji.

Von den Monekau-Bergen aus bemerkte ich im April 1897 zum ersten Mal fern im Süden einige isolierte bläuliche Kuppen, die ꞌAudji, die mir dem Namen nach bereits bekannt waren. Denn bis zu diesen Hügeln machte der Bamangwatohäuptling Khama seine Hoheitsansprüche Ssekumi gegenüber geltend. Durch Peilungen von dort und später von verschiedenen Punkten der Mabälo a pudi wurden die Hügel ihrer Lage nach mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt. Meinen Plan, sie zu besuchen, konnte ich aber erst im August 1898 ausführen.

Die geeignetste Zeit zur Reise wäre ohne Zweifel die Regenzeit gewesen; denn dann war an den Bergen Wasser in Vleys zu finden. Ob eine Quelle bestand und wenigstens Trinkwasser existierte, war nicht mit Sicherheit in Erfahrung zu bringen. Da ich aber in der schlimmsten Trockenzeit die Tour machen mußte, so wählte ich Tscho-in als Operationsbasis und heffte mit Packtieren und mit Unterstützung einer Wasserkarre die Hügel zu erreichen.

Am 14. August langten wir spät in der Nacht in Tscho-in an. Am folgenden Morgen machte ich einen Rekognoszierungsritt nach Osten und fand einen Fußweg, dem ich folgte. Es ging über rötlichen und grauen Decksand mit breiten Schollen roten, glasig glänzenden Chalcedonsandsteins. Der Pfad endete schließlich nach ca. 15 km an einer Sandpfanne, in deren Nähe ein verlassenes Buschmannlager war. Auf dem Rückweg traf ich ein altes Buschmannsweib mit einem Kind, die sich anfangs zu verstecken suchten, dann aber willig zum Lager kamen. Nach den Aussagen der Frau war an den ꞌAudji kein Wasser zu finden. Sie verließ uns mit dem Versprechen, einige Männer zu schicken.

Am folgenden Tage ritt ich abermals aus, dieses Mal nach O.S.O. über weite Grasflächen mit vereinzelten hohen Bäumen und Streifen dichten Busches. Das Feld war im allgemeinen für Wagen sehr leicht zugänglich.

*) Hierzu Blatt 6 und 17.

**) ꞌAu der Name der Berge, dji der Pluralsuffix.

Am Nachmittag kamen einige Buschmänner vom Stamm der ²Amkwe, die einwilligten, als Führer nach den ¹Audji zu dienen und am nächsten Tage mittags wiederzukommen. Sie waren auch rechtzeitig da. So ließ ich denn einen Treiber mit dem Gepäck in Tscho-in zurück und brach am 17. August mittags mit der Wasserkarre, die etwa 3 cbm Wasser enthielt, auf. Wir lagerten abends am Ostrand eines dichten Buschstreifs, in dessen Bereich Gesteine der Chanseschichten zutage traten, ca. 9.5 km von Tscho-in entfernt.

Am 18. August machten wir zwei Treks und lagerten ca. 34 km jenseits Tscho-in und ca. 10 km östlich der Kalkpfanne ²Gai³ko (²Gai = Steinbock, ³ko = Pfanne). Hier sollte die Wasserkarre stehen bleiben. Der Platz wurde durch Breitenbestimmungen und Peilungen nach den Gipfeln der Monekau- und Mabälo a pudi-Berge festgelegt.

Am folgenden Morgen schickte ich den Treiber mit den Ochsen nach Tscho-in zurück. Mittags am 19. August erhielten die beiden Esel und mein Reitochse Wasser, dann brachen wir auf. Nach $3^1/_4$ stündigem Marsch erreichten wir einen niedrigen Vorberg der ¹Audji und lagerten nach einer weiteren halben Stunde ca. 800 m nördlich des zweithöchsten Hügels.

An demselben Nachmittag besuchte ich diesen und am folgenden Vormittag den höchsten, östlichsten Berg, an dessen Fuß der versiegte Brunnen liegt. Nachmittags verlegte ich das Lager nach der südwestlichen Hügelgruppe und kehrte am 21. August wieder zum Wasserwagen auf direktem Wege zurück. Am 22. August gelangten wir schließlich nach drei langen Treks abends im Mondschein in Tscho-in an. Die Ergebnisse des Ausflugs sind folgende.

Hat man das Kalkgeröll von Tscho-in passiert, so treten anfangs noch Schollen von eingekieseltem Chalcedonsandstein zutage, dann aber herrscht grauer Sand mit Knäuelgras (eine Aristida-Art) vor. Schollen harten Sinterkalks sind nicht selten, und einzelne hohe Bäume unterbrechen die Grasfläche. Nach 8 km beginnt ein dichter Buschstreif, der sich in der Richtung S.W.—N.O. (50°) hinzieht und $1^1/_2$—2 km breit ist. Er besteht aus Messú, Mangana, Sitsi, Mochailechailo, Mokrepi, Moschäscha, Motswere und Vaalbüschen. Der Boden ist nicht mehr der graue humose Sand der Grasflächen, sondern rötlicher grober Sand bis Kies mit eckigen Stücken von hartem Sinterkalk und weißem Quarz von Haselnußgröße. Stücke von glimmerreichem Sandstein zeigen deutlich den Verwitterungsboden der Chanseschichten an.

Jenseits des Buschstreifs beginnt wieder grauer und rötlicher Decksand mit vereinzelten Schollen von hartem Sinterkalk. Die Grasfläche wird von vereinzelten Sträuchern von Kameldorn, Mohata, Mochonono, Mokabi, Motswere, also einem Decksandbusch, unterbrochen.

19 km jenseits Tscho-in streicht eine 4—5 m hohe Kalkplatte mit steilem West- und flachem Ostrand nach 50° durchs Feld, dicht bedeckt mit niedrigem Busch. Auf dem harten Sinterkalk liegt rötlicher Sand, der nach Osten hin bald alles Gestein so verhüllt, daß man ihn kaum noch Decksand nennen kann.

23—24 km östlich Tscho-in liegt die große Kalkpfanne ²Gai³ko, die dem Bau nach von denen des Chansefeldes erheblich abweicht und für die Kalkpfannen des Sandfeldes charakteristisch ist.

²Gai³ko liegt in einer grasigen, nur mit wenig Büschen bestandenen Ebene. Die Dimensionen sind 1500—1600 m Länge (W.—O.) und 800 m Breite. Auf der Westseite besitzt die ovale Pfanne eine kleine Bucht. Hier ist der Abhang scharf und ca. 3 m hoch. Nach Osten hin verflacht er sich jedoch. Denn von der Ostseite her dringt der Sand in die Pfanne ein und erzeugt so eine flache Böschung. Auch kommt von Osten her eine kleine Laagte, die ca. 5 km weit zu verfolgen ist. Der Rand der Pfanne wird von niedrigem Busch und Gestrüpp bestanden, der Boden dagegen ist eine kahle glatte Fläche, auf der nur nach den Rändern hin spärliches Gras gedeiht.

Der geologische Aufbau ist folgender (Blatt 17, Fig. 8).

Am Rande liegt eine Masse harten Sinterkalks, der jedoch weniger dem Sinterkalk der Gesteinsfelder, wie er das Chansefeld z. B. bedeckt, gleicht, als vielmehr identisch ist mit den kalkreichen harten Bänken, die am Botletle den mürben Kalksandstein abschließen. Dementsprechend treten auch Gastropoden reichlich in ihm auf, und zwar besonders ein Buliminus, der auch heutzutage die Steppe der Kalahari bewohnt. In den untersten Partien ist der Kalk ein mürber poröser Kalksandstein, wie wir ihn vom Botletle her kennen. Die Oberfläche der Pfanne wird von einem grauen, an zersetzten organischen Resten, besonders Grashalmen und Blättern reichen, sandig-kalkigen Schlammboden gebildet, ähnlich dem der Pfanne Tsch-uku, der Massarinyani Vley und der Totingbucht. Er ist lediglich durch die Hufe der Tiere umgearbeiteter, mit Vegetabilien und Staub vermischter Kalksandstein und enthält noch zahlreiche Kalksandsteinbrocken. Die Schlammschicht ist also eine oberflächliche Bildung und neigt beim Austrocknen zur Bildung von Schalen, die leicht zertreten und zerstäubt werden können. Der Kalk ist salzhaltig, und daher wird die Pfanne von dem Wild als Salzlecke benutzt.

Der Unterschied gegen die Pfannen des Chansefeldes besteht darin, daß Grundgestein und Pfannensandstein hier keine Rolle spielen, die Senkung vielmehr innerhalb eines mürben Kalksandsteins liegt, der als ausgedehnte Ablagerung aufzufassen ist. Die harte Oberflächenbank umrandet die Pfanne, fehlt aber innerhalb derselben.

Kalkpfannen von dem Charakter der ²Gai ³ko-Pfanne sind in der Kalahari außerhalb der Gesteinsfelder massenhaft zu finden und für das Sandfeld charakteristisch. Die Buren nennen sie Brackpans.

Die Laagte, die von Osten her in die Kalkpfanne einmündet, ist eine 20—30 m breite Senkung mit hohen Termitenbauten aus Kalkerde und mit Vaalbüschen. Sand bedeckt mehr oder weniger die Kalkerde ihres Bodens. Sie wurde im weiteren Verlauf des Marsches überschritten und verliert sich schließlich in einer weiten Fläche grauen humosen Sandes.

Am Platz des Wasserwagens und nach Osten gegen die Berge hin herrschen diese Ebenen grauen Sandes mit Knäuelgras vor, unter denen zweifellos der mürbe Kalksandstein des Kalaharikalks liegt. Denn die kalkliebenden Vaalbüsche nebst Motswere, Mokabi, Mochoto fehlen nirgends, und aus Erdferkellöchern sind oft genug Stücke von Kalksandstein ausgeworfen werden. Der Sand bildet also nur eine verhältnismäßig dünne Decke.

Einen deutlichen Gegensatz zum grauen humosen Sand des Graslandes bildet der rötliche bis rote, nicht humose Sand, der stets flache, aber deutliche Erhebungen bildet und mit dichtem Busch bedeckt ist. Dieser Busch ist bald nur Gestrüpp, bald besteht er aus hohen Bäumen — Mochonono und Mohata, Mochailechaile, Sitsi, Mokropi und Mopipa. Auch die Bauhinia Burkeana — ²Kabba — fehlt nirgends, und ihre gewaltige Knolle erzeugt häufig flache Sandhügel. Ameisen und Termiten sind selbstverständlich überall tätig; oft ist der Boden auch von Erdeichhörnchen durchwühlt. Das Verhältnis zwischen dem grauen und roten Sand ist derart, daß letzterer entweder flache Inseln in dem grauen Sand bildet, oder da, wo er dominiert, flache Einsenkungen von grauem Sand umschließt, die oft nur wenige hundert Meter Durchmesser haben. Nahe den ¹Audji herrscht der rote Sand vor.

Die ¹Audji (Blatt 17, Fig. 9) sind eine Gruppe von Hügeln, die sich unvermittelt aus dem weiten Sandfeld der Kalahari erheben. Sie zerfallen in zwei Teile, einen nördlichen und südlichen, die 9.6 km voneinander entfernt sind.

Der nördliche Teil besteht aus zwei Hauptbergen von 80 und 50 m und zwei Vorbergen von ca. 20 m Höhe. Die beiden Hauptberge haben schroffe felsige, aber doch dicht bewaldete Gehänge, die Vorberge sind dagegen von

Sand bedeckt, so daß nur auf dem Gipfel Felsen hervorragen. Das Gestein ist rote, dichte, kalkhaltige Grauwacke der Chanseschichten mit Eisenglanzlagen, die eine diskordante Struktur zum Ausdruck bringen (Nr. 265). Kalkrinden fehlen. Das Streichen, sowie eine energische Klüftung verlaufen nach 51°. Dieser Richtung entspricht auch die Längsachse der Berge. Das Fallen war nicht mit Sicherheit festzustellen, schien aber ziemlich flach — 20° S.O. — zu sein. Obwohl die Schichten der Hügel alle dasselbe Streichen haben, liegen sie doch nicht auf einer Linie.

Interessant ist es, daß eine zweite energische Klüftung nach 35° läuft, jener uns bereits wohl bekannten tektonischen Richtung (Tscherile). Die Beobachtung, daß sich tektonische Linien einer Gegend in benachbarten Gebieten oft durch Zerklüftung des Gesteins bemerkbar machen, bestätigt sich also hier.

Die Ebene zwischen den Hügeln besteht aus mürbem Kalksandstein, der an Gastropoden reich ist. Auch lose Schalen von Buliminus, Succinea und Physa lagen auf der Oberfläche des Kalks massenhaft umher. Sie steht während der Regenzeit eben oft vorübergehend unter Wasser. Ein dichtes Gestrüpp der Kalkakazie Lehoána und von Vaalbüschen bedeckt sie.

Tiefer roter Sand umgibt die Hügelgruppe, und besonders am östlichsten höchsten Berge steigt er von S.O. her am Abhang mit flacher Böschung hoch hinauf. Auch westlich des zweithöchsten Berges überfluten Massen roten Sandes den Kalaharikalk.

Auf der Nordwestseite des höchsten Berges, hart am Felsabhang und am Fuß eines vom Berge nach N. auslaufenden Sandrückens liegt der Brunnen, eine 5 m breite und 3 m tiefe Grube im Sand. Einige Grauwackenblöcke lagen an ihrem Rand und stammten anscheinend aus dem Loch. Der Brunnen enthält während der Regenzeit und im Anfang der Trockenzeit feuchten Sand, aus dem die Buschmänner mit Rohren Wasser saugen. Es ist also ein Saugbrunnen. Der ganzen Lage nach zu urteilen liegt hier eine Spaltquelle in den Grauwacken vor, ähnliche wie bei den Quellen am Epukiro (Kap. XIX), und gleich den ehemaligen Spaltquellen der Porphyrgebirge. Diese Quelle ist aber einmal versandet und zweitens gibt sie nur noch während der Regenzeit Wasser, also völlig gleich dem von der Kompagnie geöffneten Brunnen bei Tschutschuani, der im April 1897 bereits versiegte. Früher soll die Quelle der 'Audji aber stark das ganze Jahr hindurch geflossen sein.

Zwischen der nördlichen und südlichen Gruppe liegt eine Zone tiefen roten Sandes mit dichtem, häßlichem Mochononobusch, nebst Mohata, Sitsi und Mochailecbaile. Nach Süden hin treten auch Ebenen grauen Sandes, von rotem umgeben, auf. Die südliche Gruppe besteht aus einem östlichen Hufeisenberg und einem $2^1/_4$ km westlich liegenden flachen Hügel. Das Hufeisen setzt sich aus einem nördlichen einfachen und einem südlichen doppelten Hügel zusammen, die auf der Ostseite durch einen Wall roten Sandes verbunden sind. Die Höhe der Hügel beträgt 20—25 m. Das Gestein tritt nur auf dem Gipfel zutage, und zwar rote Chansegrauwacke, die nach 51° streicht und nach dieser Richtung, sowie nach 35° energisch zerklüftet ist. Der Einfallswinkel ist 5—10° nach S.O., die Lagerung also flach. Der westliche Hügel wird von dem roten Sand fast ganz überwältigt, Gestein ist nur auf dem Gipfel aufgeschlossen. Im Gebiet der südlichen Gruppe liegen mehrere Vleys — Sandpfannen —, die während der Regenzeit Wasser enthalten, so z. B. ca. 300 m westlich des Doppelberges in der Richtung auf den westlichen, isolierten Hügel zu eine große Vley. Während der Regenzeit weiden hier gewöhnlich Herden der Batauana, solange die Vleys nämlich Wasser enthalten.

Auf dem Rückweg von der südlichen Gruppe direkt zum Wasserwagen fanden wir verwiegend roten Sand mit Kalaharibusch, der jedoch wiederholt rundliche Senkungen grauen humosen Sandes umschließt, die mit Gras be-

standen sind. In dem grauen Sand sind Höhlungen der Erdeichhörnchen überall zahlreich. Der ganze Boden ist oft durchwühlt. Auch tiefe Erdferkellöcher gehen in den Sand hinab und verraten die Beschaffenheit des Untergrundes. Denn die ausgeworfene Erde enthält Brocken mürben Kalksandsteins. Der graue humose Sand kann also nur wenig mächtig sein.

Ca. 9 km nordwestlich der Südgruppe liegt in direkter Verlängerung der Berge der Nordgruppe nach S.W. eine große Brackpan. Sie ist ca. 2.5 km breit und etwa doppelt so lang. Dem Bau nach gleicht sie anscheinend ganz der ²Gai ³ke-Pfanne; denn die Umrandung ist der gleiche Kalk, und auf dem Boden tritt zuweilen weiße Kalkerde zutage. Allein diese ist meist mit grauem Sand bedeckt, wenn auch die Vaalbüsche, sowie hohe weiße Termitenbauten ihr Auftreten in der Tiefe verraten. Umrandet wird diese versandete Brackpan von rotem Sand mit hohem Busch von Mochenone, Mohata, Mochailechaile, Mangana, Sitsi, Meloto, Moretloa und ferner einer Commiphora-Art — ²A —, auf der die Pfeilgiftlarve der Buschmänner lebt. Der rote Sand und Busch halten bis nahe an das Lager am Wasserwagen an, um dann einer ausgedehnten Grasfläche Platz zu machen.

2) Das Sandfeld nördlich und nordöstlich der ¹Audji.

Zwischen den ¹Audji einer- und den Bergen des Ngamirumpfes andererseits dehnt sich ein weites Sandfeld aus, das während der Trockenzeit keinerlei Wasserplätze enthält. Dagegen sind Brackpans in demselben anscheinend nicht selten. So liegt zwischen den Makabana und den ¹Audji nach den Erkundigungen bei Buschmännern ungefähr halbwegs eine ziemlich große Brackpan, anscheinend mit Laagte, wo während der Regenzeit Wasser zu finden ist. Näheres über den Charakter des Sandfeldes war nicht zu ermitteln.

3) Mr. Pewries Ausflug nach ¹Gagam.

Im November 1897 machte einer der Prospektoren der Kompagnie, Mr. Pewrie, zusammen mit einem Buschmann, zu Pferd einen Ausflug von Gautsirra nach einem Platz ¹Gagam*). Ca. 2 miles südlich Gautsirra passierte er eine breite Fläche von Pfannensandstein. Nach weiteren 3—4 miles trat noch einmal Grauwacke auf, dann folgte ein trostloses einförmiges Sandfeld. 20 miles jenseits Gautsirra liegt eine ca. 1 mile lange und 400—500 Yard breite Brackpan ²Künde, die während der Regenzeit salziges Wasser enthält. ¹Gagam ist 24—25 miles von Gautsirra entfernt. Es ist ein flacher Buckel aus roter Chansegrauwacke, wie die mitgebrachten Proben zeigten, von ca. 3—3.5 miles Länge (N.—S.) und 1.5 miles Breite. In dem Gestein befindet sich ein tiefes Brunnenloch, das der Bur Van Zeyl vor Jahren dort angelegt hat. Im November 1897, also kurz vor der Regenzeit, enthielt es etwas übelriechendes Wasser, von dem einige Buschmannfamilien lebten. Pewrie meint, das Loch wäre in den Felsen eingesprengt, um Regenwasser aufzufangen, und der Wasserrest, den er vorfand, stamme von der letzten Regenzeit. Vielleicht war hier aber doch eine schwache Quelle vorhanden, die Van Zeyl einst eröffnen wollte. Man besucht den Platz am besten von ²Kintsa aus.

4) Das Sandfeld am Epukiro.

Über das Gebiet zwischen dem Epukiro und den Bergen wissen wir sehr wenig. Von den ¹Audji aus erblickt man im Osten und Süden ein welliges Land mit Kalaharibusch. Besonders in der Richtung 40° und 78°, vom Hufeisen der südlichen Gruppe aus gesehen, liegen in ca. 20—25 km Abstand breite flache Erhebungen,

*) = am Mochonono, nämlich ¹Ga = Mochonono, gam ist die Präposition am; früher stand dort ein auffallend großer Mochononobaum.

die vielleicht höher sind als die [1]Audji, aber ganz sanft ansteigen. Das Land gleicht durchaus dem hügeligen Hainafeld, von den [2]Gu-Bergen (Hainahügeln) gesehen.

Der Buschmann [2]Koschep — buschmannisierter Name für Joseph — der mich auf der Reise nach Andara begleitete, erzählte mir, daß er früher eine Tour nach einer großen Pfanne Kúdabe gemacht habe. Seine Horde ging von Ssebichos Pfanne aus. Man passierte die [1]Audji soweit südlich, daß man die Berge am Horizont sah — also höchstens 25—30 km entfernt. Südlich des Hainafeldes erreichte man die genannte Pfanne, eine Brackpan gleich [2]Gai [3]ko, aber mit einem Durchmesser von nur ca. 500—600 m. Der Boden ist anscheinend grauer Kalkmergel oder Kalksandstein und stark salzhaltig. Diese Pfanne wird auch von den Tserokwe des Hainafeldes besucht, die [2]Koschep dort antraf. In der Umgebung liegen sehr viele Pfannen, und das Land ist sehr reich an Wild. In früherer Zeit ging ein Fahrweg der Trekburen dorthin, und zwar von Ssebichos Pan nach den [1]Audji und weiter östlich nach Kudabe. Ich vermute daher, daß Kudabe die „Gansvley“ der Karten ist.

Kudabe ist übrigens der Name eines Baumes mit sehr dickem Stamm, vielleicht einer Bombacee, die ich einmal bei Mohissa im Mangwatoland und ein anderes Mal zwischen der Pfanne Ntschokutsa und Pompi fand. Der Baum ist nur 2—3 m hoch, hat eine glatte gelbliche Rinde, die Blätter sitzen in Gruppen dicht auf der Rinde. Ich nannte ihn Polypenbaum, weil er mit seinen aufstrebenden glatten Armen einem Tintenfisch ähnelt. Die kleinen Blattbüschelchen sind dabei den Saugnäpfen der Fangarme vergleichbar. Der Baum hat weiße Röhrenblüten.

4 Tagereisen jenseits [1]Gagam in ostsüdöstlicher Richtung liegt nach [2]Koscheps Angaben eine andere Brackpan Chôle. 4 Tagereisen können eine Entfernung von ca. 60—200 km bedeuten. Auch Chole hat einen Durchmesser von nur 500 bis 600 m und besteht aus Kalk. Die Kalkerde des Bodens ist salzhaltig. Beide genannte Pfannen sind lediglich besonders große und bekannte Brackpans des Sandfeldes. Daneben gibt es noch zahllose andere Brackpfannen sowohl als Sandpfannen. Der große Salzsee der Karten — Anderssons Vley — existiert dagegen ganz bestimmt nicht.

Überblick.

Südlich des Ngamirumpfes und östlich des Chansefeldes erstreckt sich ein weites ebenes Sandfeld. In das Chansefeld geht es allmählich über, ersterer liegt dagegen im Gebiet der Mabäle a pudi etwa 20 m höher. Dagegen fehlt im Kwebegebiet jede Stufe. Die Ebene hat anscheinend dieselbe Höhe, wie das nördliche Chansefeld, also 1080—1100 m. Mit den [1]Audji beginnt aber eine Schwelle tiefen roten Sandes vom Charakter des Hainafeldes. Ich vermute, daß eine mit tiefem Sand bedeckte Schwelle vom Hainafeld nach S.W. zieht. Denn die Hainahügel, die [1]Audji und [1]Gagam liegen alle auf einer Linie, die der Kaffrariarichtung entspricht.

Die geologischen Verhältnisse sind folgende. Das Grundgestein besteht, soweit bekannt, aus Grauwacken der Chanseschichten. Östlich von Tscho-in macht es sich oberflächlich mehr bemerkbar als im Kalkpfannengebiet des nördlichen Chansefeldes. Lange Wälle, wie im südlichen Chansefeld und am Kukeweg treten auf, sind aber meist mit Sand und Kalk völlig bedeckt. Die Streichrichtung ist 50°, also Kaffrariarichtung.

In den [1]Audji streichen die Grauwacken ebenfalls nach 50° und liegen genau in der Verlängerung der Grauwackenschichten der Hainahügel. Auch fallen sie nach S.O. ein, wie jene. Leider kennen wir das Streichen auf dem [1]Gagamhügel nicht. Der Gedanke liegt aber nahe, daß die Hainaschwelle ein geologisch einheitlicher, in der Kaffrariarichtung streichender Hügelzug ist.

Die Deckschichten bestehen aus den bekannten vier Gliedern.

1) Die Betletleschichten werden durch Chalcedonsandsteine vertreten, und zwar vom Typus eingekieselter Röhrensandsteine. Sie treten in Schollen östlich Tscho-in im Decksand zutage. Ob von den Kalksteinen, die sich weiter östlich finden, manche dem Pfannensandstein entsprechen, bleibe dahingestellt. Typischer verkieselter Pfannensandstein wurde nicht beobachtet.

2) Der Kalaharikalk ist als harter Sinterkalk östlich Tscho-in entwickelt und in Form von Kuchen im Decksand sichtbar. Inwieweit er harter Rinden- und Sinterkalk oder die harte Oberflächenbank einer weichen Kalkablagerung ist, kann man nicht sagen. Bemerkenswert ist das Fehlen von Kalkrinden auf den Bergen. Von Kalkkrusten sollte man erwarten, daß sie auch Hügel überziehen. Haben sie nie existiert, oder sollten sie sekundär entfernt worden sein, etwa während der Pluvialzeit?

Daß der mürbe Kalksandstein zwischen Tscho-in und den ˡAudji in großer Ausdehnung die Unterlage der weiten Grasflächen bildet, ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen. Er tritt in größerer Ausdehnung an den Brackpans zutage, also in ²Gai ²ko, an der Brackpan westlich der ˡAudji, auf der Kalkfläche am N.W.-Fuß dieser Berge. Ich halte es für durchaus wahrscheinlich, daß die Brackpan südlich der Menekau-Berge und die zwischen den ˡAudji und Kwebe-Bergen derselben Kalkablagerung angehören, daß also eine gewaltige Lage von Kalksandstein unter dem Sandfeld zwischen dem Ngamirumpf und der Hainaschwelle liegt. Ob sie mit dem Kalksandstein am Ngamifluß zusammenhängt, ist nicht sicher, aber möglich. Daß es sich um Kalaharikalk handelt, beweisen jedenfalls die rezenten Gastropoden.

Zwischen der Hainaschwelle und dem Epukiro liegt wahrscheinlich eine zweite Zone von mürbem Kalksandstein. Wir haben ja dieselbe auf dem Wege nach Ssebituanes Drift gekreuzt und als Fortsetzung der Kalkfläche des Makarrikarribeckens erkannt. Diese Kalkfläche setzt sich nun vermutlich noch weiter nach S.W. fort, und in ihr dürften die Brackpans Kudabe und Chole liegen, die anscheinend nur besonders große Repräsentanten einer ganzen Zone solcher Brackpfannen sind.

3) Der Kalaharisand, der nahezu das ganze Land bedeckt, besteht, wie im Hainafeld aus zwei Sandarten, dem roten und dem grauen Sand.

Der rote Sand ist, wie überall, ein feiner roter Quarzsand. Er bedeckt die Hainaschwelle, drängt an der Ostseite der ˡAndji hinan, überwältigt kleinere Hügel dieser Gruppe, läßt aber die N.W.-Seite der nördlichen Gruppe völlig frei. Zwischen den Bergen und dem Chansefeld tritt er im Sandfeld strichförmig auf, und zwar stets in Form flacher Rücken und Platten, die mit Busch dicht bestanden sind.

Der graue humose Sand dagegen nimmt die Grasebenen ein, bildet bald Vertiefungen im roten Sand, bald umschließt er flache Inseln aus rotem Sand. Nirgends scheint er sehr mächtig zu sein, da aus größeren Tierbauen oft der Kalk des Untergrundes in Brocken ausgeworfen wird.

Sandhaut und Vegetationsschicht sind überall gut entwickelt.

4) Der Decksand nimmt östlich von Tscho-in einen weiten Raum ein und sein Gebiet muß naturgemäß zum nördlichen Chansefeld gestellt werden. Je nach dem Untergrund enthält er Brocken von Kalk, Chalcedon, Grauwacke und über Chanseschichten besonders Quarzstücke. Seine Entstehung durch die Arbeit der Bodentiere ist überall erkennbar.

Die Brackpfannen, die für die Kalahari so ungemein charakteristisch sind, haben folgenden Bau. In den mürben Kalksandstein ist eine rundliche bis ovale Niederung mit scharfem Rand 1 bis 3 m tief eingesenkt. Die Umrandung besteht aus der harten Oberflächenbank, unter der mürber Kalksandstein liegt, und hat eine oft steile Böschung. Der Boden der Pfanne ist absolut eben, trägt wenig

Vegetation und ist ein oberflächlich zerstampfter und mit zersetzten Vegetabilien gemischter, sandreicher Kalkschlamm, der aber keine besondere Ablagerung, sondern, wie in Tsch-uku, sekundär umgewandelter, zwar salzhaltiger Kalksandstein ist. Das ausblühende Salz wird von dem Wild begierig aufgeleckt. Die Tiere „bracken", sagt der Bur. Man findet gewöhnlich auf solchen Kalkflächen Wild. Auch wir überraschten in ²Gai ³ko eine Herde Gemsböcke.

Der Kalaharisand umgibt die Brackpfannen stets allseitig und kann sie mehr oder weniger überfluten. Interessant ist das Eindringen des Sandes in die Kalkpfanne von ²Gai ³ko aus Osten, also der Richtung der herrschenden Winde.

Folgerungen.

Die Oberfläche der Chanseschichten östlich von Tscho-in weist die gleichen Verhältnisse auf, wie im Chansefeld, nämlich lange, mit Kalk überzogene Wälle. Sie dürften dieselbe Entstehungsweise wie dort haben.

Unsere Kenntnis der Entstehung der Botletleschichten und des Kalaharikalks wird nicht gefördert. In letzterem kann man die beiden Formen wiederfinden, nämlich Rinden- und Sinterkalk als Überzüge über Gestein, sowie mürben Kalksandstein als Ablagerung in ausgedehnten Becken. Wo nur harte Kalkkuchen aus dem Decksand auftauchen, kann man den echten Sinterkalk von der Oberflächenbank des Kalksandsteins meist nicht unterscheiden.

Der Kalaharisand scheint teilweise Flugsandbildung zu sein. Das zeigt sein Andringen gegen die Hügel aus Osten und die Überschüttung der Kalkpfannen aus der gleichen Richtung. In letzterem Fall mag der Sand der Baue der Bodentiere zum Teil das Material geliefert haben.

Wie die Sande der Ebenen zur Ablagerung gelangten und worauf der Unterschied zwischen rotem und grauem Sand beruht, entzieht sich noch unserer Beurteilung.

Der Decksand ist in der gleichen Weise zu erklären wie im Chansefeld und Ngamirumpf, d. h. er ist ein Produkt der Durchmischung von Sand und Bestandteilen des Untergrundes durch die Tätigkeit der wühlenden Tiere.

Sehr interessante Bildungen sind die Brackpfannen, ihre Entstehung aber noch unklar. Woher kommt die Vertiefung im Kalksandstein? Warum fehlen hier die harte Oberflächenbank und der Kalaharisand? Waren beide dort nie entwickelt oder sind sie nachträglich entfernt worden? Was hinderte in ersterem Fall die Ablagerung der beiden Schichten, resp. welche Kräfte zerstörten sie? Ist es nicht schließlich auch möglich, daß ursprünglich noch eine ganz andere Ablagerung in dem Becken lag, die nachträglich entfernt wurde?

Es ist ganz zweifellos, daß, wie in Tsch-uku, auch in ²Gai ³ko eine ganz beträchtliche Winderosion stattfindet, indem die beim Trocknen aufgerollten Schlammblätter vom Wild, das die Pfanne mit Vorliebe aufsucht, zertreten und in Staubform entfernt werden. Dadurch wird die Pfanne zweifellos immer mehr vertieft. Daß aber die ganze Pfanne — Durchmesser 800:1600 m — durch das Wild entstanden sein sollte, ist doch recht unwahrscheinlich. Denn bei einer Tiefe von auch nur 1 m — die Kalkböschung ist ca. 2 m hoch — wären rund 12000000 cbm Kalksandstein entfernt worden — eine enorme Menge, die doch wohl kaum von den Tieren hat fortgeschafft werden können. Wir müssen nach anderer Erklärung suchen.

Wir wollen uns hier begnügen, auf das interessante Problem und die verschiedenen Möglichkeiten, wie die Brackpfannen entstanden sein könnten, hinzuweisen.

Kapitel XIX.

Das Stromgebiet des Epukiro.*)

Bei der Darstellung des Hainafeldes mußten wir des großen Flußbetts gedenken, das, vom Damaraland kommend, die ganze Kalahari durchzieht. Wir wollen nun seinen Verlauf näher betrachten.

Der Epukiro entspringt im Damaraland zwischen dem 21.° und 22.° s. Br. und dem 17.° und 18.° ö. L. und fließt anfangs nach Osten, etwa bis zum 20.° ö. L., dann nach S.O. bis O.S.O. Der Lauf durch den südlichen Teil der mittleren Kalahari ist nicht näher bekannt, muß aber ungefähr von S.W. nach N.O. gerichtet sein. Denn er mündet mit zahlreichen Armen bei Rakopos Dorf in den Botletle. Ob auch nach dem ehemaligen Kumadau-See hin Arme gehen, wie manche Karten zeigen, ist fraglich.

Man kann diesen gegen 7.5 Längengrade langen Flußlauf in drei Teile teilen, einmal den Oberlauf im Damaraland, den Mittellauf im Gebiet des Chansefeldes etwa bis zur Einmündung der Okwalaagte, und den Unterlauf bis zur Einmündung in das Makarrikarribecken.

Vom Oberlauf wissen wir wenig. Die Quellflüsse entspringen am Ostrand des Damarahochlandes. Das Flußbett dringt in das Sandfeld der Omaheke ein, wird dort aber so undeutlich, daß Leute unserer Schutztruppe fünf Reitstunden (ca. 40 km) oberhalb Rietfontein ein Bett nicht mehr erkennen konnten. Im Bereich des Mittellaufes, nämlich S.W. des Chansefeldes, ist es dagegen nicht nur sehr deutlich erkennbar, sondern es tritt auch das anstehende Grundgestein überall zutage und gewährt so einen guten Querschnitt durch das Land. Der Unterlauf scheint dagegen, ähnlich dem Botletle, wesentlich in die jüngeren Deckschichten eingeschnitten zu sein.

Nur der Mittellauf wurde an einigen Stellen, nämlich bei Rietfontein, ^{2}Nakais und Sandpits, untersucht, und die Ergebnisse sollen hier näher betrachtet werden. Leider ist die geologische Sammlung auch dieses Gebiets bis auf einige Stücke verloren gegangen.

I. Rietfontein.

In Rietfontein bin ich dreimal gewesen, zuerst im Mai 1897 beim ersten Besuch des Chansefeldes, sodann auf der Hin- und Rückreise nach resp. von Gobabis im November desselben Jahres.

17. Mai 1897. Die Nacht vom 16/17. Mai hatten wir in ^{2}Nucha O. zugebracht. Am nächsten Morgen machten wir einen kurzen Trek nach ^{2}Nucha W. und zogen am Nachmittag über ^{4}Gadaga und ^{2}Kumkasis auf dem Wege nach

*) Hierzu Blatt 6, 7 und 17. — Die Betonung dieses Herreroworts ist wahrscheinlich Epúkiro.

Rietfontein hin. Hinter der letzten Sandsteinpfanne hielt grauer Decksand mit Schollen von Sinterkalk und Pfannensandstein bis zum Lagerplatz, 14 km von ²Nucha W. entfernt, an.

18. Mai. Derselbe Decksand herrscht noch ca. 4 km weit vor und verschwindet dann vollständig; grauer und rötlicher Kalaharisand verhüllen gänzlich das Gestein. Trichter von Ameisen und Haufen von Termiten sind überall in enormer Zahl zu beobachten. Auch Löcher von Mäusen und Erdeichhörnchen, Springhasen und Erdferkeln sind häufig. Die Vegetation besteht aus niedrigem Knäuelgras; nur hier und dort stehen Büsche von Mohata, Mochenene, Messelessele, Mochete (Kameldorn), Motsantsa, ²Kabba, Mokabi. Die Kameldornbäume sind zum großen Teil abgestorben. Streifen roten Sandes, die die Grasebenen um 1—2 m überragen, ziehen zuweilen über den Weg und sind stets mit dichtem Busch obiger Sträucher und Bäume bedeckt.

Mit einer Unterbrechung am Mittag ging es so bis Sonnenuntergang weiter. Nachtlager ca. 32 km von ²Nucha W. entfernt.

19. Mai. Wenige hundert Meter hinter dem Lagerplatz geht der Weg nach Kwachara ³nei ab. Die baumarme Grasebene, die wir bisher durchzogen haben, dehnt sich auf diesem Wege bis nahe an die westlich von Kwachara ³nei gelegene Pfanne aus (S. 270). Streifen rötlichen Sandes mit hohen Bäumen sind nur vereinzelt zu beobachten.

Auf dem Wege nach Rietfontein setzt sich die Grasfläche gleichfalls noch ungefähr 5—6 km hin fort. Dann beginnt tiefer roter Sand mit dichtem Buschwald aus Mochenene, Mohata und Mochailechaile. Besonders die mächtigen dunkelgrün belaubten Mochailechaile-Akazien fallen durch ihre Höhe und kräftige Entwicklung auf. Am Nachmittag verließ ich den Wagen und ritt nach Rietfontein voraus, wo damals eine deutsche Besatzung lag. In schnellem Trab ging's über den roten tiefen Sand und durch den dichten Buschwald hin. Endlich öffnete sich der Busch, vor mir lag ein breites offenes Tal, von dessen jenseitigem Ufer die weißen Mauern des deutschen Forts freundlich herüberwinkten. Gegen 4 Uhr erreichte ich dasselbe, während der Wagen erst gegen halb neun abends in voller Dunkelheit eintraf. Bis zum 21. Mai abends blieben wir dort und kehrten dann nach Kwachara ³nei zurück.

Im Nachfolgenden will ich versuchen, ein Bild von den geologischen Verhältnissen bei Rietfontein zu geben (Blatt 7, Karte Nr. 18).

Die Talsohle ist etwa 70 m breit und eben, wird aber im Bereich der Quellen und oberhalb derselben von zahlreichen Grauwackenwällen durchzogen. Die Ufer steigen anfangs schnell, dann sanft bis zu ca. 30 m Höhe an.

Das Flußbett ist seiner ganzen Tiefe nach in das Grundgestein des Landes eingeschnitten. Denn das Fort, das auf der Höhe des Plateaus liegt, steht unmittelbar auf den Chanseschichten, etwa 30 m über der Talsohle.

Die Chanseschichten bestehen hier, wie im Chansefeld, aus rötlichen und grauen, z. T. quarzitischen Grauwacken. Ihre Lagerungsverhältnisse sind sehr schwer erkennbar, weil eine energische transversale Klüftung das wahre Streichen und Fallen der Schichten verdeckt. Erst während des zweiten Besuchs gelang es mir, eine richtige Vorstellung zu gewinnen.

Die Schichten streichen nach 50°, also wie im nördlichen Chansefeld. Der Einfallswinkel ist 20—30° N.W. Eine schöne diskordante Parallelstruktur wird durch feine Eisenglanzschichten zum Ausdruck gebracht; auch sind zuweilen 0.5—1 cm dicke Quarzlamellen auf den Schichtflächen zur Abscheidung gelangt.

Diese Schichtung wird nun aber durch eine transversale Klüftung nach 85° nahezu vollständig verdeckt. Die Klüfte gehen saiger nieder. An einzelnen Stellen war aber doch die richtige Lagerung erkennbar. Einmal stehen am und südlich des Forts grüne Schiefertone an, wie wir sie wiederholt als Einlagerungen zwischen die Grauwacken kennen gelernt haben. Sie streichen nach 50°. Sodann

bieten die Klippenreihen im Flußbett im Gebiet der Quellen Aufschlüsse. Sie bilden nämlich nach 50° streichende Wälle, sind aber nach 85° zerklüftet und in einzelne Stücke zerlegt, die also eine kulissenartige Anordnung haben. Die Skizze der Felsriegel zeigt dieses Verhältnis auf das deutlichste (Blatt 17, Fig. 1). Die Riegel nun entsprechen dicken Bänken von Grauwacken, die der Zerstörung bisher teilweise standgehalten haben. Die Klüftung hat aber diese Bänke in einzelne Kulissen zerlegt, weil die zerstörenden Prozesse auf den Spalten einsetzen konnten. Die Höhe der Klippen beträgt bis zu 2 m, die Breite der Riegel 2—4 m.

Auf dem linken Ufer des Flußbetts beginnt in einer Höhe von 15—20 m der Kalaharisand, der weiterhin mit flacher Böschung bis ca. 30 m Höhe ansteigt. Auf dem rechten Ufer gehen die Grauwacken dagegen bis zum Rande des Plateaus (30—40 m) hinauf, und erst jenseits desselben beginnt der rötliche Kalaharisand. Auf den Grauwacken liegt hier aber noch eine Decke von hartem Sinterkalk, der hauptsächlich in Rindenform ausgebildet ist und keine sehr erhebliche Mächtigkeit erreicht. Am Fort ist er nur in Schollen und Überzügen vorhanden, an dem Gehänge oberhalb der Quellen bedeckt er dagegen in dickerer Schicht das Grundgestein.

Es ist unwahrscheinlich, daß der Kalk auf dem linken Ufer fehlt, vielmehr dürfte er durch den herabgeglittenen Kalaharisand überschüttet worden sein. Da östliche Winde weitaus vorherrschen, so wäre eine solche Verschiebung talabwärts auf dem östlichen Ufer sehr wohl erklärlich.

Die Quellen von Rietfontein liegen auf dem rechten Ufer des Flußbetts, die südlichere ungefähr 400 m nordnordöstlich des Forts, die nördlichere 200—300 m talaufwärts. Beide Quellen (Blatt 17, Fig. 2) entspringen aus Spalten der Grauwacke, allein im Bereich der Quellen ist dieses Gestein mit dicken, weißen, mürben Kalktufflagen bedeckt, die sich einige Meter weit den Abhang hinanfziehen. An der südlichen stärkeren Quelle steigt derselbe sogar bis zur Sinterkalkdecke empor. Dieser Kalktuff verdankt sein Dasein einer Zeit, als zahlreiche starke Quellen den Abhang hinabrieselten, die wohl z. T. aus dem Sinterkalk hervorbrachen. Die heutigen Quellen sind also nur ein letzter Rest eines ehemals ausgedehnten Quellensystems. Mit diesem geologischen Befund stimmen die Berichte der Eingeborenen und Händler überein, die von einer erheblichen Abnahme der Quellen seit den letzten Jahrzehnten sprechen.

Die Quellen liegen gerade in einer Zone, in der die zahlreichen Grauwackenbänke die Talsohle durchsetzen. Diese Wälle dämmen nun das Quellwasser zu Teichen auf, in denen eine üppige Schilfvegetation gedeiht. Enten sind hier regelmäßig zu finden, und Perlhühner kommen an jedem Morgen und Abend in Scharen zur Tränke. Erwähnen wir noch die zahllosen Schwärme von Namakwafeldhühnern, die während der Trockenzeit mit größter Regelmäßigkeit zwischen 9 und 10 Uhr morgens trinken kommen, so ist damit die Aufzählung der heutzutage zur Tränke kommenden Tiere erschöpft.

Den Boden des Flußbetts bilden Sand, Gerölle von Grauwacken und graue lehmige Schichten. Aber unterhalb der Felsriegel liegt unter einer 1—2 Fuß dicken Sand- und Geröllschicht weicher, feuchter, weißer, salzhaltiger Kalktuff in einer Mächtigkeit von über 2 m. So tief war eine Grube, die die Leute der Schutztruppe mitten im Flußbett angelegt hatten, ohne den Grund zu erreichen. Aus dem getrockneten Kalktuff sind die Ziegel geformt worden, aus denen das Fort erbaut worden ist.

Ungefähr 15—20 km oberhalb Rietfontein findet sich eine andere Quelle, die nur wenig Wasser enthalten soll. In der Nähe derselben mündet nach der *Langhans*'schen Karte ein Flußbett in den Epukiro ein. Nach Angabe der Buschmänner steht es aber mit der Groot Laagte in Verbindung, ist demnach ein aus dem Epukiro zum Okavangobecken gehender Arm.

3 km unterhalb des Forts mündet in den Epukiro ein kurzes von Westen herkommendes Tal, das in harten Sinterkalk und Grauwacken eingeschnitten ist. Grauwacken bilden sowohl unterhalb der Einmündung als auch zwischen dieser und Rietfontein die Gehänge der Ufer unterhalb der Sanddecke.

Die geologische Beschaffenheit des Tals bis ²Nakais ist nicht bekannt. Zwar haben *Chapman* und *Baines* seinen Lauf verfolgt, allein keinerlei Angaben über seinen Charakter gemacht. Da sie aber angeben, daß die Buschmänner im Bett des Tales zahllose Wildfallengruben angelegt hätten, so muß der Boden hart und nicht sandig, das Ufer aber wohl felsig sein. Eine Quelle Butsivango liegt nach *Müllers* Mitteilung auf dieser Strecke.

II. ²Nakais.

Am 10. Dezember 1897 ritt ich in Begleitung eines Buschmanns von ²Nucha nach ²Nakais. Um 4 Uhr 17 Minuten morgens brachen wir auf. Anfangs ging es über das Kalkgeröll der Pfanne, dann über grauen Sand mit Kalkschollen. Um 4 h 45 m wurde eine Anschwellung aus Grauwacke mit Kalkdecke überschritten. 10 Minuten später standen wir an dem Rand einer Kalkplatte, die mit grauem Decksand bedeckt war. Wir folgten dem Rande in südwestlicher Richtung. Um 6 Uhr passierten wir eine flache Kalkpfanne mit Sinterkalkgeröll, hinter der sich sofort eine Böschung aus tiefem, rotem Sand erhob — der Beginn des Kalaharisandes. Während wir bis dahin durch lichten, für den Decksand charakteristischen Busch gezogen waren, begann mit dem tiefen Sand sofort ein dichtes Gestrüpp aus Mochonono, Mohata, Mochailechaile und Sitsi. Der rote Sand hielt an, bis sich um 7 h 21 m das breite Tal des Epukiro öffnete. Einige Stücke von Grauwacke und Sinterkalk lagen am äußersten Rande. Um 7 h 40 m standen wir an der Quelle von ²Nakais. Die Entfernung von ²Nucha beträgt 14—15 km. Im Laufe des Tages untersuchte ich das Tal bis 3 km oberhalb und 5 km unterhalb der Quelle und nahm eine geologische Kartenskizze auf (Blatt 6, Nr. 15). Im Nachfolgenden will ich kurz die Resultate der Untersuchung wiedergeben.

Die Breite der Talsohle des Epukiro bei ²Nakais schwankt zwischen 70 und 120 Metern. Die oberen Talränder sind ca. 2 km voneinander entfernt. Die Böschung senkt sich jedoch nicht kontinuierlich zum Flußbett hinab, sondern bildet eine Stufe, die mit teilweise sehr steilem Rand die Flußrinne begrenzt. Das Tal verläuft von West nach Ost, aber ca. 7—8 km unterhalb ²Nakais biegt es mit einem Knick nach S.S.O. um.

Die Flußrinne ist in die Chanse- und Botletleschichten eingeschnitten, Kalaharisand bedeckt beide in mächtiger Schicht, während der Kalaharikalk anscheinend keine Rolle spielt. Im einzelnen sind die Lagerungsverhältnisse keineswegs einfach, wie ein Blick auf die Karte zeigt.

Die Chanseschichten werden der Hauptmasse nach aus Grauwacken mit Eisenglanzbändern, die eine diskordante Struktur hervorrufen, zusammengesetzt, daneben treten oberhalb ²Nakais auch grüne Schiefertone auf. Das Schichtstreichen verläuft bei ²Nakais selbst nach 67°, der Einfallswinkel der Schichten ist ∢ 60° S.S.O. Die transversale Klüftung ist energisch, parallel dem Schichtstreichen, aber die Klüfte fallen mit 50—60° nach N.N.W. ein. Eine zweite Serie von Klüften streicht genau N.—S.

2 km oberhalb ²Nakais verläuft die Klüftung nach 50°, das Streichen ist aber wie im Chansefeld nach 70° gerichtet. Der Einfallswinkel ist 20—30° nach S.S.O.

Die Grauwacken treten westlich von ²Nakais weit mehr zutage als östlich. Während sie 3 km westlich der Quelle in breiten Massen im Flußbett anstehen und die Gehänge des Tals bilden, senken sie sich nach Osten hin immer mehr

und sind 4 km östlich der Quelle nicht mehr nachweisbar. Die Senkung der Chanseschichten nach Osten hin scheint indes keine kontinuierliche zu sein, vielmehr gewann ich an mehreren Stellen den Eindruck, daß in nörd-südlicher Richtung, also parallel der Klüftung zweiten Grades, Verwerfungen mit Absinken von Schollen nach Osten stattgefunden hätten.

Die Botletleschichten sind 5—10 m mächtig und haben eine komplizierte petrographische Zusammensetzung. Der Hauptmasse nach sind es Pfannensandsteine mit kalkigem Zement, die jedoch oft in großer Zahl zerfressene Chalcedonkonkretionen enthalten. Lokal wird auch das Kalkzement von kieseligem Zement verdrängt, so daß verkieselte Chalcedonsandsteine entstehen. Irgend welche bestimmte Regelmäßigkeit in der Ausbildung des kalkigen oder kieseligen Zements ist nicht erkennbar.

Auch in vertikaler Richtung ist der Aufbau der Botletleschichten interessant. Im allgemeinen sind sie durch die ganze Masse hin in harten, klobigen Bänken ausgebildet, zuweilen sind aber auch nur die obersten Bänke hart und gehen nach unten hin in weiche, sandige Kalkerde über. Auf der Südseite der zweiten Salzpfanne westlich der [2]Nakaisquelle ist folgendes Profil aufgeschlossen. (Blatt 19, Fig. 4.)

Oben liegt eine $1/2$ m dicke Bank von Breccie harten, dichten Kalksteins und Pfannensandstein mit jüngerem Kalkzement, knollig und klobig gebankt (Nr. 274 und 275). Darunter folgt ein weicherer, mit dem Hammer leicht zerschlagbarer Pfannensandstein (Nr. 276), der allmählich nach unten hin in sandige Kalkerde übergeht. Letztere ist mit zahllosen runden und eckigen Blöcken von Grauwacke, daneben auch Chalcedon, von Haselnuß- bis Kopfgröße angefüllt (Nr. 273). Selbst Blöcke von einem Kubikfuß Größe waren zu beobachten, irgend welche Schichtung aber nicht erkennbar. Auch die Grundmasse des Pfannensandsteins selbst kann brecciös sein, indem sandarme Kalksteinbrocken in Kalksandstein liegen.

Obwohl die Handstücke von einer Stelle stammen, wo die Botletleschichten in reiner Kalkfazies entwickelt zu sein schienen, läßt sich doch auch hier bereits Verkieselung nachweisen. Viel stärker ist dieselbe, wie bereits erwähnt, an anderen Plätzen, wo handgroße zerfressene Chalcedonknollen im Kalksandstein auftreten und dieser selbst teilweise in toto verkieselt ist. Die Gesamtmächtigkeit im Aufschluß Fig. 4 beträgt 4 m. Davon fallen 3—$3\frac{1}{2}$ m auf die Breccie unten, $1/2$—1 m auf die harte Kalksteinbank der Oberfläche.

Die Breccienbildung ist sehr eigenartig. Man gewinnt bei der Betrachtung des Profils den Eindruck, daß die Ablagerung folgende Entstehungsweise gehabt habe.

Einmal ist ein alter, aus eckigen Blöcken bestehender Schutt frischen unverwitterten Gesteins der Chanseschichten von sandarmem Kalk verkittet worden. Später ist aber dieses Kalkzement in eckige Stücke zersprungen und von neuem durch Kalksandstein verkittet worden. Es lagerte sich über solchem sekundären Schutt Kalksandstein ab, der aber oben durch einen sandarmen bis sandfreien Kalkstein abgeschlossen wurde. Aber auch in dieser Bank trat später zum dritten Male Breccienbildung und Verkittung durch Kalksandstein auf.

Fast noch instruktiver ist die Breccienbildung auf dem linken Ufer an dem östlichsten Fundpunkt der Botletleschichten zu beobachten, und zwar rote Grauwacke in Pfannensandstein (Blatt 17, Fig. 5). Die roten Grauwackenplatten bilden parallel angeordnete Lagen, wie sie nur ein in situ aufgelockertes und zerstückeltes Gestein aufweisen kann. In die Spalten und Klüfte ist nun die Substanz des Pfannensandsteins gedrungen, hat die einzelnen Grauwackenplatten voneinander getrennt und sie auseinander geschoben, aber die ursprüngliche Lagerung der Grauwacken ist doch noch deutlich zu erkennen und entspricht der Lagerung des liegenden Gesteins. Fig. 5 zeigt eine Stelle aus der 2 m mächtigen,

klobig gebankten Breccie mit konzentrisch angeordneten Grauwackenplatten in annähernd ursprünglicher Lage. Eine solche Breccie kann nur durch Infiltration in situ, nicht aber nach Transport von zerfallenem Grus entstanden sein.

Die Botletleschichten liegen bei ²Nakais auf dem Südufer dicht auf der Talsohle selbst. Sie veranlassen die Ausbildung der Stufe auf diesem Ufer. Erst 2 km westlich der Quelle von ²Nakais rücken sie auf den Abhang hinauf (Fig. 6). Auf dem Nordufer sind sie im Westen gleichfalls auf halber Höhe des Abhangs und rücken, je mehr wir nach Osten gehen, in um so tieferes Niveau. Östlich der Quelle von Nam erreichen sie auch die Talsohle.

Es besteht also ohne Zweifel eine Senkung der Oberfläche des Grundgesteins nach Osten, wenn auch mit Schwankungen. Auch von Nord nach Süd fällt sie anscheinend ein. Das Profil auf Fig. 3, das quer durch das Tal an der Quelle von ²Nakais aufgenommen wurde, zeigt nun aber ihre wahre Lagerung in nord—südlicher Richtung. Wenn wir eine einfache Senkung der Botletleschichten von N. nach S. annehmen wollten, müßten dieselben, wie das Profil zeigt, nach S. hin bedeutend an Mächtigkeit zunehmen. Unterhalb der Stelle, wo der Kalaharisand beginnt, würden sie schon ca. 25 m Mächtigkeit haben, während sie über der Talsohle nur 5 m mächtig sind. Es ist also viel wahrscheinlicher, daß sie nicht ganz unmotiviert nach Süden hin anschwellen, sondern eine muldenförmige Lagerung besitzen, und zwar innerhalb einer Grauwackenmulde liegen.

Über den Botletleschichten liegt der Kalaharisand, während der Kalaharikalk nirgends deutlich erkennbar aufgeschlossen ist. Die Mächtigkeit des Sandes beträgt am Talrand ca. 10—12 m, dürfte aber nach Norden und Süden hin noch etwas anschwellen, etwa bis auf 15—20 m. Es ist der bekannte feine, rötliche Sand mit ziemlich viel staubigen Partikeln.

Innerhalb des Tales tritt 2 km oberhalb der Quelle von ²Nakais Kalktuff an den Gehängen auf. Er besteht hauptsächlich aus Rinden, die das liegende Gestein überziehen (Fig. 6). Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß er durch Quellen abgesetzt worden ist, welche in früherer Zeit am Abhang aus dem Grundgestein hervorbrachen — ein neuer Beweis für den größeren Wasserreichtum früherer Zeiten.

In dem Flußbett sind Sande, Kies und Gerölle abgelagert. Ihre Oberfläche ist teils eben, teils sind sie in Form flacher Rücken zusammengeschwemmt oder -geweht. Sehr charakteristisch sind nun flache runde Pfannen, die ganz in Sand liegen und meist talabwärts von einem Sandriegel begrenzt werden. Einige dieser Sandpfannen sind salzhaltig. Der Sand ist aufgelockert, wie gefrorener Boden, und bricht unter dem Fuß knisternd zusammen. Der Gehalt an Kochsalz ist so erheblich, daß nicht nur die Tiere diese Pfannen als Salzlecke benutzen — zur Zeit meines Besuches überraschte ich zwei Strauße bei dieser Tätigkeit — sondern auch die Buschmänner holen sich hier ihr Salz. Sie waschen den Sand aus und gewinnen dann das Salz durch Eindampfen des Wassers. Ursprünglich ist es wohl in den Botletleschichten enthalten gewesen. Wenn auch nicht hier am Epukiro, so hat sich ein starker Salzgehalt in diesen Schichten doch an andern Lokalitäten, z. B. am Schadumfluß, nachweisen lassen. Die Salzpfannen finden sich in der Tat nur in der Nähe der Pfannensandsteine. Möglicherweise liegt aber unter dem Sand auch salzhaltiger Kalktuff, wie bei Rietfontein, aus dem hygroskopisch aufsteigendes Wasser Salz an die Oberfläche heraufschafft.

Auf der Karte sind von dem Kalaharisand die Sande getrennt worden, die die Gehänge teilweise bedecken. Eine solche Trennung ist ziemlich willkürlich, da eine Grenze zwischen dem Kalaharisand und diesem Sand kaum zu ziehen ist. Der letztere ist überdies im wesentlichen ein abgewehter Kalaharisand. Da er nun aber einmal sehr häufig Bruchstücke des liegenden Gesteins enthält und außerdem die Talstufen hauptsächlich bedeckt, so konnten letztere gerade durch

eine besondere Färbung des abgewehten Sandes auf der Karte deutlich zur Darstellung gebracht werden.

Heutzutage finden sich in diesem Teil des Epukiro zwei Quellen, die eine in ²Nakais, die andere in Nam. Erstere liegt am Fuß eines Grauwackenabhanges, und zwar quillt das Wasser bereits unter dem Niveau des Flußsandes hervor. Man hat also in den Sand eine Grube graben müssen. Es ist eine Spaltquelle, gleich der von Rietfontein. Sie fließt so stark, daß die Grube trotz der starken Absorption des umgebenden Sandes, und obwohl täglich etwa 150 Rinder der Barolong daraus trinken, doch dauernd gefüllt ist. Bei einem durchschnittlichen Konsum von 0.6 hl brauchen die Rinder also täglich 9 cbm Wasser, während die Grube vielleicht gegen 20 cbm faßt.

Die zweite Quelle liegt in der Gemarkung Nam, 1.6 km östlich der von ²Nakais. Es ist eine runde Grube von ca. 3 m Durchmesser und 1½ m Tiefe in grauem, reinem Flußsand. Wo das Wasser herkommt, ist nicht ersichtlich. Wahrscheinlich entspringt auch hier am Nordufer, in dessen Nähe das Wasserloch liegt, eine Spaltquelle.

Das landschaftliche Bild des Tals ist recht wenig malerisch. Die Ufer sind im allgemeinen flach und wenig bewaldet. Nur da, wo der Pfannensandstein mit 3—6 m hoher, steiler, weißer Wand das Flußbett einengt, ist das Bild charakteristisch und originell. An solchen Stellen fällt es der Phantasie nicht schwer, sich um einige Jahrtausende zurückzuversetzen, als sich in der glatten Fläche des Wassers noch der blaue Himmel spiegelte, als der Wind durch das schwankende Schilf rauschte und sich die schneeweißen Kalkwände hier ebenso malerisch von dem üppigen Grün des Uferwaldes abhoben, wie heutzutage noch am Botletle. Wo sind sie hin, diese farbenreichen Landschaftsbilder! Als letzte Zeugen jener besseren Zeiten stehen nahe der Quelle von ²Nakais noch einige gewaltige Kameldornbäume, die letzten Reste des geschwundenen Uferwaldes.

Die Nacht vom 10. zum 11. Dezember schlief ich an der Quelle von ²Nakais und ritt am folgenden Tage nach ²Nucha zurück.

III. Sandpits oder Tunu.

Am 29. Mai 1897 verließen wir mit einem leichten Maultierwagen die Pfanne von Kuschi. Einige hundert Meter hinter dem Bakalaharidorf, das am südlichen Rande des Kalkgerölls der Pfanne liegt, beginnt tiefer rötlicher Sand. 800 m und ferner 1600 m hinter diesem Sandrand treten noch einmal Kalkknollen auf, dann verhüllt der Kalaharisand alles. Mit diesem Sand hat auch die Vegetation des Decksandes ein Ende. An Stelle der Vaalbüsche und des Mokabi, des Motswere, Mossu und Mochale beherrschen Mochonono und Mohata, daneben Mochailechaile, Mosselessele, Sitsi und Mokropi den Buschwald.

Wir kamen in dieser Nacht, bis 2 Uhr langsam durch den Sand schleichend, 15.4 km weit. Den ganzen folgenden Tag (30. Mai) bot sich uns dasselbe Bild. Leicht gewelltes Land aus rotem Sand mit heller Flugsandhaut. Tausende von Ameisentrichtern und Termitenhaufen. Hartes trockenes Büschelgras und trostloser graubrauner, niedriger Busch von Mochono und Mohata. In Niederungen steht zuweilen hoher, grüner Wald aus Mochailechaile-Bäumen. Das lokale Auftreten von Mangana, Mokropi, Mochale und selbst Motswere an den gleichen Stellen ist für den Kalaharisand durchaus eine Seltenheit und deutet auf relativ wenig tiefen Sand hin.

Wir machten drei Treks bis 2 Uhr nachts und übernachteten 21 miles von Kuschi entfernt.

Am 31. Mai öffnete sich nach einer Stunde bereits das breite Epukirotal, und nach einer weiteren halben Stunde standen wir an der Quelle von Tunu oder Sandpits.

Das Epukirotal gewährt hier einen noch öderen Anblick als bei ²Nakais und Rietfontein. Es ist vollständig versandet. Eine tiefe rötliche Sandmasse bedeckt die Talgehänge. Die Talsohle ist 60—80 m breit und mit grauem Sand erfüllt. Sie wird von ca. 10 m hohen Talstufen begrenzt, auf deren Abhang kleine Kalkbrocken lokal auftreten — ein Beweis dafür, daß Kalksandstein das Skelett der Stufen bildet. Die Breite der Stufen beträgt 400—500 m, und auf sie folgt eine neue Stufe aus tiefem, rotem Sand. Die Gesamthöhe der Ufer ist also ca. 20 m, der Abstand der Uferränder ca. 1 km.

Die Quelle liegt auf dem linken Ufer, ungefähr 1½ m unterhalb des Niveaus des Talbodens. Man ist daher genötigt gewesen, eine Grube anzulegen, um sie bloßzulegen. Das Wasser quillt aus der Spalte eines rötlich- bis bläulichgrauen, dichten, harten, kieseligen Gesteins hervor. Die Spalte verläuft nach 330° (Damararichtung). Das Gestein gehört entweder zu den Botletleschichten oder es ist ein verkieseltes Gestein der Chanseschichten, wie sie südlich des Ngami am Weg nach den Koppjes vorkommen. Wenige Schritte unterhalb der Quelle liegt eine zweite Grube, die völlig versandet war und auf deren Boden nur feuchter Sand zutage tritt.

Sandpits ist ein Saugbrunnen der Buschmänner, eine jener Stellen, wo sie aus feuchtem Sand mit Hülfe eines Rohres Wasser aufsaugen. Unterhalb Sandpits ist das Tal völlig versandet, und Wasserplätze nicht mehr vorhanden.

IV. Okwa.

Am 2. Juni 1897 verließ ich Sandpits mit einem bepackten Pferd und einem Jungen. Die Maultiere waren durch den tiefen Sand zwischen Kuschi und Sandpits sehr ermüdet, ferner bot ihnen der Brunnen hier nicht genügend Wasser. Ich entschloß mich also, den Wagen nach ³Neits-o zu senden und allein nach Okwa zu gehen.

Um 9 Uhr morgens brach ich auf. Nach 15 Minuten standen wir auf der Höhe des südlichen Ufers und blickten rückwärts über das breite Tal, das sich in Windungen von N.W. nach S.O. hinzieht. Dann tauchten wir hinein in den trostlosen Busch, der den tiefen roten Sand bedeckt. Je tiefer der Sand, um so dichter der Busch, das ist hier überall die Regel. Zunächst folgen sich ein halbes Dutzend 5—6 m hoher Sandwellen, die parallel dem Flußbett von W. nach O. streichen, deren Längsachse also nicht etwa wie bei Dünen zu der herrschenden Windrichtung senkrecht steht. Das Knäulgras ist verschwunden, nur dürres hartes Besengras steht zwischen den Büschen von Mochonono und Mohata zerstreut. Hier und dort unterbrechen Gruppen von Mochailechaile-Bäumen die trostlose Einförmigkeit. Der Sand ist rötlich, mit heller Flugsandhaut bedeckt. Verwaschene, lebhaft rote Flecke sind häufig, die letzten Reste der von Regen und Wind über die Oberfläche des Sandes ausgebreiteten Ameisenringe und Termitenhaufen, die auch allenthalben unzerstört zu finden sind. So ging es drei Stunden lang (15 km) hin. 13 km hinter Sandpits war rechts am Wege eine ca. 400 m breite rundliche, mit Gras bedeckte Senkung liegen geblieben, und um 12 Uhr (15 km) erreichten wir eine zweite solche Senkung, wo wir bis 3 Uhr hielten und das hungrige Pferd grasen ließen.

Um 3 Uhr ging es weiter. Eine 50 m breite Sandpfanne mit hartem, grauem Sandboden wurde passiert. Welch' ein Genuß waren unsern müden Füßen diese kurzen 50 Meter harten Grundes im Gegensatz zu dem Waten durch den weichen tiefen Sand des Wagenweges! Wieder folgte dieser fürchterliche Sand. Nach einer Stunde betraten wir eine Ebene aus hartem, grauem, humosem Vleysand mit Knollen mürben Sinterkalks. Knäulgras, Vaalbüsche, Moga, Mossu traten sofort auf; der Kalaharikalk lag ja wohl in geringer Tiefe. Leider war diese Ebene nur 3—4 km breit, dann kam wieder der rote Sand.

In völliger Dunkelheit hielten wir um 8½ Uhr, um eine Kleinigkeit zu essen. Dabei schliefen wir beide ein, und als ich nach einer halben Stunde erwachte, war das Pferd verschwunden. Es hatte sich losgemacht und war fortgelaufen. Da wir vermuteten, daß es auf dem Wege zurückgewandert sei, folgten wir demselben zurück in schnellem Schritt und holten das Tier auch nach einer Stunde wirklich ein. Als wir nach 12 Uhr nachts endlich wieder unser Gepäck erreichten, waren wir so müde, daß wir hier übernachteten. Wir hatten heute 38.1 km zurückgelegt.

3. Juni. Mit Sonnenaufgang brachen wir auf und wanderten drei lange Stunden durch denselben Busch und tiefen Sand hin. Endlich öffnete sich der Busch. Wir blickten in ein breites Tal hinab. Einige mit an Rinderpest krankem Vieh erfüllte Kraale, einige Dutzend Buschmänner, die in dem Fleisch der gestorbenen Tiere schwelgten, bewiesen die Nähe von Okwa, der Ansiedlung Pieter Ssebichos, eines Barolongjägers, der sich hier niedergelassen hat. Sein Vater, ein alter Diener Livingstones auf dessen ersten Reisen zum Ngami und Sambesi, lebt heute noch in aller Rüstigkeit. Bei seinem Gehöft machte ich Halt. Nach kurzer Rast begann ich mit der Untersuchung der geologischen Verhältnisse des Okwatals.

Okwa liegt etwa 53 km südsüdöstlich von Sandpits. Die Bedeutung des Namens ist nicht genau bekannt. Angeblich soll er daher stammen, daß Reisende, die von Uchi nach Norden weitergehen wollten und nach dem nächsten Wasser fragten, zur Antwort zu erhalten pflegten: O kwá = Oh dort! mit der üblichen Handbewegung und einem nicht zu beschreibenden Gesichtsausdruck, der die weite Entfernung andeutet. Denn Okwa liegt von Uchi 160 km entfernt, soweit wie Halle von Berlin. So soll der Name Okwa entstanden sein.

Nach dem Wasserplatz Okwa hat nun auch das Flußbett seinen Namen erhalten. Es hat eine Breite von 1.2—1.5 km zwischen den oberen Uferrändern. Die Talsohle ist 60—70 m breit. Die Tiefe beträgt 25—30 m, jedoch wird die Talsohle zunächst von der 6—10 m hohen, mäßig steilen Böschung einer Talstufe begrenzt.

Das Grundgestein besteht hier, abweichend von den bisherigen Befunden, aus Graniten und Gneisen. Es tritt in breiten, bis 4 m hohen Felsmassen am Rande und auf der Talsohle zutage. Mehrere Varietäten lassen sich unterscheiden.

Grobkörniger Biotitgranit aus rotem Orthoklas, grauem, glasigem Quarz und rotbraunem bis schwarzem Biotit bildet unregelmäßige Klippen und Wälle auf der Talsohle und deren Rändern, besonders unterhalb der Brunnenlöcher. Die Oberfläche der Blöcke ist glatt und rundlich, zum Teil wohl infolge der Glättung durch das fließende Wasser, vor allem aber infolge der energischen Insolationswirkung. Einmal springen 1 cm dicke Schalen und Schuppen ab, sodann aber zerfällt das Gestein infolge der Lockerung des Mineralgefüges in einen groben Grus. Große netzförmig sich kreuzende Sprünge durchsetzen häufig die Blöcke.

Dieser grobkörnige Granitit geht auf kurze Entfernung hin in feinkörnige Varietäten über, wird auch selbst von schwarzbraunen, feinkörnigen Schlieren durchzogen.

Indem sich die Feldspäte und Quarzkörner lang strecken und das Gestein damit flaserige Struktur annimmt, geht es in Granitgneis über. Bereits in diesem Granitgneis ist der Biotit oft sehr reichlich entwickelt und dann mit Hornblende gemengt. Er zersetzt sich in grüne chloritische Massen, die verwitterte Blöcke ganz grün färben.

Andererseits kommen innerhalb des Granitgneises feinkörnige Varietäten vor, die lediglich ein Quarz-Feldspatgemenge mit wenig Glimmer vorstellen. Sie bilden schmale Bänder und Schlieren von geringer Länge, sind also wohl richtige Aplite.

Rollstücke eines Glimmergneises sind im Flußbett sehr häufig, aber von mir nicht anstehend gefunden worden. Sie müssen weiter oberhalb zutage treten. Dieser Glimmergneis besteht aus Biotitblättchen mit wenig Feldspat und Quarz. Seine Struktur ist stenglig bis schieferig. Auch dieser Glimmer verwittert zu grünen chloritischen Massen.

Diese verschiedenen Varietäten der Granit-Gneisformation sind in der Weise im Flußbett verteilt, daß die massigen Granite vorwiegend unterhalb, die Gneise dagegen oberhalb der Wasserlöcher vorkommen. Noch weiter westlich müssen dann die Glimmergneise folgen, und zwar in nicht allzu großer Entfernung, da handgroße Rollstücke dieses Gesteins in dem Flußbett vorkommen.

Die Chanseschichten sind bei Okwa zwar nicht anstehend beobachtet worden, wohl aber kommen oberhalb der Wasserlöcher Rollstücke von roter dichter und sandiger, an Muskowit reicher Grauwacke vor, die für diese Schichten charakteristisch sind. Auch sie müssen weiter oberhalb in nicht allzu großer Entfernung anstehen.

Der Granit wird von einem Aphanit durchbrochen. Äußerlich ist dieses Gestein tief schwarzbraun und hebt sich mit seiner dunklen Farbe scharf von dem helleren Granit ab. Das unzersetzte Gestein ist hellbläulich-grünlich, feinkörnig, mit weißen und rötlichen Feldspäten und dunklen Augitnadeln. Auch ganz dichte Varietäten kommen vor. Dieser Aphanit ist makroskopisch völlig identisch mit dem auf der Südseite des Ngami, der dort nach Ablagerung der Ngamischichten durchgebrochen ist. Hier bei Okwa findet er sich einmal in schmalen Gängen und runden Säulen in der Granitmasse unterhalb der Wasserlöcher im Flußbett, sodann bildet er in einigen Brunnen selbst das Gestein unter den Flußablagerungen, hier anscheinend in breiteren Massen.

Diese Gesteine bilden das Grundgestein, in welches sich der Okwafluß ein 6—10 m tiefes Bett gegraben hat. Ihre Oberfläche ist keineswegs eine Ebene, weist vielmehr recht deutliche Erhöhungen und Vertiefungen auf, über welche die Deckschichten hinweggehen, freilich nicht ohne durch die Unebenheiten des Untergrundes beeinflußt zu werden.

Die Botletleschichten liegen direkt auf dem Grundgestein. Ihre petrographische Zusammensetzung ist recht kompliziert, indem sich von reinem, weißem Kalkstein bis zu grünem Chalcedon alle Übergänge finden, und zwar vollzieht sich die Wandlung auf kurze Strecken hin.

Der weiße harte Kalkstein, der dem von ²Nakais völlig gleicht, geht durch Aufnahme von Sandkörnern in Pfannensandstein über. Dieser verwandelt sich unter Veränderung des Zements in reinen grünen Chalcedonsandstein, und durch Verschwinden der Quarzkörner entsteht reiner Chalcedon. Aber auch im Sandstein selbst liegen ganz unvermittelt zerfressene Stücke von Chalcedon.

Nach unten hin nehmen sämtliche Varietäten in der Mehrzahl der Fälle Gesteinsbrocken auf, und zwar des liegenden Gesteins, Quarz- und Feldspatstücke, Granit- und Gneisbrocken. In den untersten Lagen besteht das Gestein sehr häufig lediglich aus einer Breccie aus bis über kopfgroßen, eckigen und runden Granitblöcken, die durch kieselige und kalkige Gesteine der Botletleschichten verkittet sind. Es macht durchaus den Eindruck, als ob ein primärer Granitschutt von kieseligen oder kalkigen Lösungen nebst Sand infiltriert und zementiert worden sei.

In andern Fällen sind glatte Granitbuckel, wie sie Insolationsverwitterung schafft, von finger- bis handdicken Chalcedonlagen überzogen.

Die Mächtigkeit der Botletleschichten ist wegen der schlechten Aufschlüsse nicht mit Sicherheit festzustellen, dürfte aber 4—6 m betragen. Sie liegen auf der Talstufe und haben zu deren Bildung ganz wesentlich beigetragen. Hauptsächlich sind sie unterhalb der Wasserlöcher zu finden, wo sie in ca. 10 m Höhe auf beiden Ufern eine Stufe bilden, die durch die Chalcedonstücke und

die lebhaft rote Farbe der Verwitterungsprodukte sehr in die Augen fällt. Chalcedonsandsteine und Chalcedon überziehen sich nämlich mit ziegelroter Rinde und zerfallen in braunrote, lehmig-sandige Erde, die den Abhang hinabgeschwemmt wird.

Über den Botletleschichten liegt der rote Kalaharisand in einer Mächtigkeit von mindestens 10—15 m. Er steigt mit flacher Böschung an. Kalaharikalk ließ sich hier ebensowenig, wie am Epukiro bei ²Nakais, nachweisen. Nichtsdestoweniger kann er vorhanden, aber von Sand total überdeckt sein.

Innerhalb des Tales kommen nun aber noch Kalkablagerungen vor, einmal an den Gehängen, sodann im Flußbett selbst.

Die Kalktuffmassen an den Gehängen liegen unterhalb der Botletleschichten auf dem Granit. Es sind mürbe, sandige, löcherige Kalktuffe, die mehrere Fuß dicke Lagen auf dem Granitabhang bilden. An einer Stelle des Südufers (Blatt 17, Fig. 17) ist der Kalktuff 2—3 m mächtig und steigt in Terrassen an. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß diese Kalktuffe Absätze ehemaliger Quellen sind, die den Abhang des Tals herabrieselten. Die Botletleschichten dürften in früherer Zeit die Wasser führende Schicht gewesen sein und ihr Kalkgehalt den Kalkabsatz ermöglicht haben.

Die andere Form der Kalktuffbildung finden wir auf der Talsohle. Oberhalb der Granitmassen, die das Flußbett durchsetzen, liegen unter den Flußsanden Kalkmassen, die durch die Brunnen erschlossen worden sind.

Das Grundgestein oberhalb des Granitriegels hat eine sehr unregelmäßige Oberfläche, indem der leichter zerstörbare Aphanit Taschen und Löcher bildet. Diese Vertiefungen sind nun mit einem Kalktuff ausgefüllt, der im Liegendsten zahlreiche Rollstücke von Granit und Gneis enthält.

In zwei nicht weit voneinander gelegenen Brunnenlöchern fanden sich folgende Profile.

	Brunnen A	Brunnen B
Grauer Sand und Erde . . .	1.00 m	0.30 m
Kalktuff mit Geröllen	2.50 m	0.80 m
Aphanit	0.50 m	2.90 m
	4.00 m	4.00 m

Der Kalktuff ist knollig, z. T. löcherig und zerfressen, stark sandig und enthält Unio kunenensis und Gastropoden (Succinea, Physa, Planorbis).

Eine andere Art des Vorkommens von Kalktuff innerhalb der Flußrinne sind die fingerdicken Überzüge auf niedrigen Granitfelsen, die aus dem Flußalluvium aufragen. Diese Rinden sind wohl zu einer Zeit entstanden, als das kalkhaltige Wasser des Flusses noch dauernd über die Felsen rieselte. Auch dickere Kalktufflagen kommen innerhalb der Stromrinne und im Bereich der Wasserlöcher auf dem Granitgehänge vor.

Über dem Kalktuff des Flußbettes liegen graue tonige Sande mit Kalkschollen und zerfallenem Granitgrus gemischt, in wechselnder Mächtigkeit, bis zu 1 m.

Die abgewehten Sande, welche die Talstufe oft bis zur Talsohle hinab bedecken, stammen lediglich vom Kalaharisand ab und sind vielfach mit Fragmenten und Verwitterungsprodukten der liegenden Gesteine erfüllt. Sie verhindern in sehr störender Weise eine klare Erkenntnis des geologischen Baues, da das Gestein unter ihnen doch nur lückenhaft zutage tritt.

Am 4. Juni nachmittags 5 Uhr verließen wir Okwa und erreichten am 6. Juni nachmittags Deibe, wo ich den Maultierwagen vorfand.

V. Das Sandfeld südlich und östlich von Okwa.

Über die Gegend südlich und östlich von Okwa habe ich durch Franz Müller und Pieter Ssebicho folgende Nachrichten eingezogen.

12 miles südlich von Okwa liegt auf dem Wege nach Uchi die Laagte Takatschö. Weiße Erde*) — Ton nach Müller, wahrscheinlich aber erhärteter Kalkschlamm — bedeckt den Talboden. In diese harte Erde haben die Elefanten, wie bereits erwähnt, die tiefen Löcher eingewühlt (S. 324). Der Takatscho geht zum Okwafluß und nimmt selbst von rechts noch eine Laagte Machebi Machele auf. Unterhalb der Einmündung des Takatscho in den Okwafluß liegt der Wasserplatz Tschäning (Tschauani der Übersichtskarte). Über die Gegend, wo sich Okwafluß und Epukiro vereinigen, berichtet Pieter Ssebicho, daß die Flußbetten sehr felsig seien, ähnlich wie bei Okwa. Er hat das Land östlich von Okwa oft auf Jagdausflügen während der Regenzeit besucht und ist der beste Kenner jener Gegenden.

Über den weiteren Verlauf wissen wir sehr wenig. Das Flußbett soll überall gut erkennbar sein und oft steilwandige Ufer haben, die im Osten, wie bereits erwähnt, aus Kalksandstein bestehen (S. 229—230.) Es wäre in hohem Grade interessant und für die Erforschung der Kalahari sehr wichtig, dem Flußlauf einmal zu folgen. In der Regenzeit kann das nicht schwer sein, auch wäre es zugleich wahrscheinlich ein brillantes Gebiet für Jäger.

Rückblick.

Das Grundgestein besteht aus Chanseschichten, Granit und Ngamidiabas.

1) Die Chanseschichten treten am Epukiro auf und bestehen aus den bekannten Grauwacken mit Einlagerungen von grünen Schiefertonen. Der Lagerung nach kann man 2 Zonen unterscheiden:

a) Bei Riotfontein ist das Streichen 50°, also Kaffrariarichtung, der Einfallswinkel 20—30° N.W. Die Klüftung geht energisch nach 85°, also Kaprichtung.

b) Bei ²Nakais selbst streichen die Grauwacken nach 67—70°, d. h. Chanserichtung, und fallen mit 60° nach S.S.O. ein. Die Klüftung geht parallel dem Schichtstreichen (Chanserichtung), ∢ 50—60° N.N.W. Etwas westlich von ²Nakais sind beide Streichrichtungen verschieden:

Schichtstreichen 70° ∢ 20° S.S.O., Kluftstreichen 50° ∢ 90°.

Die Oberfläche des Grundgesteins ist unregelmäßig. Das Gestein taucht bald auf, bald verschwindet es. Im allgemeinen senkt es sich aber nach S.O.

Im Beginn der Botletleschichten bedeckte groher, eckiger Schutt die Oberfläche. Verkieselung ist bei Sandpits vorhanden, es ist aber fraglich, ob das ursprüngliche Gestein den Chanseschichten angehört.

2) Granit wurde im ganzen Ngamigebiet nur bei Okwa anstehend gefunden, und zwar grobkörniger Biotitgranit, der nach Westen in Gneis übergeht. Noch weiter westlich finden sich Glimmergneis und Grauwacken der Chanseschichten.

Die Oberfläche des Granits ist unregelmäßig. Er bildet gewaltige Blöcke im Tal und kahle Felsflächen auf den Gehängen. Unzersetzter Schutt bedeckte seine Oberfläche, als die Ablagerung der Botletleschichten einsetzte.

Die Insolationswirkung auf den Granit ist bedeutend. Abplatzen von Schalen, netzförmige Klüfte und Lockern des Kristallgefüges sind sehr gut entwickelt.

Das Verhältnis zwischen Granit und Chanseschichten ist nicht bekannt. Da nun aber der Granit nach W. anscheinend in Gneis übergeht und dann Chansegrauwacke folgt, so ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß der Granit intrusiv in den Chanseschichten steckt, am Rand gegen diese in Gneis übergeht und vielleicht letztere auch metamorphosiert, d. h. in

*) Taka = Erde, tscho oder tschéu = weiß. Ssetschuana.

Glimmergneis verwandelt hat. Dann verhielte er sich zu den Chanseschichten, wie im Kapland die Granitstöcke zu den Malmesburyschichten.

3) Der Ngamidiabas tritt in Form von Gängen und Apophysen im Granit auf. Sein Auftreten hat eigentlich nur die Bedeutung, daß sein Hervorbrechen auf tektonische Bewegungen der Erdrinde nach Ablagerung der Ngamischichten auch in diesem Gebiet hinweist.

Die Deckschichten sind, von dem Kalaharisand abgesehen, nur in den Tälern beobachtet worden.

1) Die Botletleschichten sind als Kalksandsteine entwickelt, die nachträglich teilweise verkieselt sind. Dieser Prozeß ist lokal sehr unregelmäßig verlaufen und von sehr verschiedener Intensität. Sehr wichtig ist die Breccienbildung im Liegendsten der Ablagerung, ein durch Kalksandstein verkitteter Grauwacken- resp. Granitschutt. Ferner werden steil aufgerichtete und zerklüftete Grauwacken durch Kalksandstein derartig verkittet, daß sich die einzelnen Stücke noch in ursprünglicher Stellung befinden.

Ob eingekieselte Gesteine vorkommen, ist nicht sicher. Wenn überhaupt, dann in Okwa, wo Chalcedonkrusten auf Granit und grüne glasige Chalcedonsandsteine möglicherweise eingekieselte Gesteine sind.

Die Botletleschichten sind bei ²Nakais und Okwa vorhanden, beide Male innerhalb des Tales, auf den Gehängen und selbst dem Boden. Die Mächtigkeit übersteigt nicht einige Meter (4—5 m). Eine auffallend hellrote Farbe besitzen die Zersetzungsprodukte der Chalcedonsandsteine von Okwa. Da solche den eingekieselten Chalcedonsandsteinen eigentümlich zu sein pflegen, gewinnt die Vermutung eine Stütze, daß ein Teil der dortigen Chalcedonsandsteine eingekieselt sei.

Auf das verkieselte Gestein bei Sandpits sei hier nochmals hingewiesen.

2) Der Kalaharikalk hat in diesem Gebiet eine unregelmäßige Verbreitung. Als harter Sinterkalk mit Rinden und Sinterstruktur bedeckt er die Oberfläche der Grauwacken bei Rietfontein auf dem Südufer. Sein Fehlen auf dem rechten ist wahrscheinlich durch Überschüttung mit Sand zu erklären.

Ein mürber Kalksandstein bildet wahrscheinlich die Längsstufen des Epukirotals bei Sandpits, denn bis walnußgroße Brocken dieses Gesteins liegen als Auswurf aus Erdferkellöchern vereinzelt auf den Gehängen derselben.

Bei ²Nakais und Okwa war oben auf den Gehängen und auf der Höhe der Gesteinsufer unter dem Sand kein Kalaharikalk nachweisbar. Dagegen findet man aber innerhalb der Flußbetten auf der Talsohle und den unteren Teilen der Gehänge zwei Kalkbildungen, die den Charakter lokaler Bildungen haben.

a) Der Kalktuff der Flußbetten ist ein weißer sandarmer Kalktuff, einem Kalkmergel oder einer Seekreide ähnlich. Er füllt bei Rietfontein Vertiefungen des Flußbetts unterhalb der Grauwackenriegel aus und ist salzhaltig. Bei ²Nakais ist die Talsohle mit Flußsand überschüttet, noch mehr bei Sandpits, Kalktuff ist also daselbst nicht nachweisbar.

In Okwa liegt sandiger Kalktuff direkt über dem Gestein und erfüllt Taschen und Höhlungen desselben. Im Liegenden umschließt er zahlreiche Gerölle von Granit, Gneis, Quarz. Unio kunenensis und die Gastropoden des Kalaharikalks sind häufig. Wäre er nicht durch die Brunnenlöcher aufgeschlossen, würde nichts seine Anwesenheit verraten. Daher ist es sehr wohl möglich, daß er bei ²Nakais etc. auch vorkommt und die kleinen Salzpfannen auf ihn zurückzuführen sind.

b) Der Quellkalktuff ist ein mürber sandhaltiger Kalktuff, der auf halber Höhe der Gehänge versteinerte Kaskaden bildet. Seine Lage, seine Verbreitung und seine Struktur weisen durchaus auf lokale Entstehung durch Quellen hin, die einst aus dem Kalaharikalk, Pfannensandstein oder den Grauwacken an den Gehängen der Flußbetten hervorbrachen. Sie stammen also aus einer Zeit, da das Klima feuchter war.

3) Der Kalaharisand besteht aus zwei Sandarten, dem roten und dem grauen Sand.

a) Der rote Sand begleitet in bedeutender Mächtigkeit die Flußbetten. Er hat bei Rietfontein auf dem linken Ufer eine Breite von mehreren Kilometern, ebenso auf dem rechten, wo er, wie ich hier vorausschicken will, 8 km breit ist (Kap. XX). Bei ²Nakais ist die Sandzone des Nordufers ca. 4—5 km breit, die des Südufers ist nicht bekannt.

Bei Korabe und Kuschi beginnt der rote Sand bald südlich der Pfannen. Er bedeckt das ganze Feld bis Sandpits und hat auch nach Osten hin eine gewaltige Ausdehnung. Südlich von Sandpits ist dagegen die Sandzone nur ca. 15 km breit. Sie besteht nahe dem Fluß aus langen Wellen, die west-östlich, parallel dem Flußbett, streichen. Weiter südlich folgt ein Streifen von Vleysand, dann beginnt eine neue Sandmasse, die in den Sandwall übergeht, der das Okwa-Flußbett auf dem Nordufer einrahmt. Die Breite der Sandzone auf dem Südufer desselben ist nicht bekannt.

Die Mächtigkeit des Sandes beträgt vielleicht 10—20 m. Ein außerordentlich dichter Busch aus Mochonono, Mehata und anderen Kalaharibäumen und -sträuchern ist für diese Zonen tiefen roten Sandes stets charakteristisch.

b) Der graue Sand ist ein feiner staubreicher Quarzsand, der an organischer humoser Substanz und Staub reich und daher grau gefärbt ist. Er tritt in zwei Formen auf:

α) Ein grauer, nicht sehr humoser Sand bildet den Boden der weiten Grasflächen, die zwischen Kwachara ³noi und Rietfontein, sowie, wie wir sehen werden, zwischen Rietfontein und Habakobis auf dem rechten Ufer die Zonen roten, tiefen Sandes begleiten. Es sind Grasflächen von dem gleichen Charakter, wie westlich der ¹Audji und östlich des Hainafeldes, mit Kalksandsteinuntergrund in nicht allzugroßer Tiefe.

β) Ein dunkelgrauer bis schwärzlicher Boden bildet Kessel, Niederungen und ausgedehnte Flächen innerhalb und zwischen den Zonen des tiefen, roten Sandes, also z. B. zwischen den Sandzonen des Südufers des Epukiro und des Nordufers der Okwalaagte. Der dunkle Vleysand ist mit dichtem bis lichtem, hohem Buschwald bedeckt, und zwar Bäumen, die während der Regenzeit feuchten Boden lieben, wie besonders Mega, Mangana, Wachenbitjen (Mochalo), Mossu. Kalkknollen kommen in dem dunklen Sand nicht selten vor. Dann treten auch sofort die kalkliebenden Vaalbüsche auf. Indes ist es zweifelhaft, ob die Kalkknollen immer aus dem Kalaharikalk stammen, der dann in nicht allzugroßer Tiefe anstehen würde, oder Konkretionen in dem humosen Sand sind. Beides ist möglich, eine sichere Entscheidung ohne Nachgraben jedoch unmöglich. Die Niederungen mit dem dunklen Vleysand sind oft mehrere Meter tief in die Fläche des roten Sandes eingesenkt, und in ihnen findet man hauptsächlich die Sandpfannen oder Vleys.

Roter und grauer Sand stehen meist in bestimmtem Gegensatz. Streifen roten Sandes durchziehen nämlich als flache, mit Busch bedeckte Erhebungen die grasigen Flächen grauen Sandes. In den Randgebieten entstehen jedoch Übergänge von grauem zu rotem Sand. Auch der dunkle Vleysand ist durch mancherlei Übergänge mit dem roten verbunden, wie ja auch die Vegetationsformen beider nicht immer haarscharf geschiedene Bezirke bilden, sondern oft allmähliche Übergänge aufweisen.

4) Sand der Flußbetten.

Innerhalb der Flußbetten findet man zwei Sandarten.

a) Der Sand der Gehänge zieht sich von dem Kalaharisand in das Tal hinab, er bedeckt die Längsstufen und überschüttet auch auf weite Strecken hin das ganze Bett, in dem er mit dem Sand der Talsohle verschmilzt. Z. T. ist er sicher lediglich abgewehter und abgeschwemmter Kalaharisand, z. T. dürfte er aber primär im Bett abgelagerter Sand sein, namentlich auf den Längsstufen.

b) Der Sand der Talsohle ist über dem Gestein wohl stets Flußablagerung und nur in den höheren Partien mit abgeschwemmtem und abgewehtem Sand der Gehänge gemischt. Es ist ein grauer unreiner Flußsand, oft reich an Kies und Geröllen. Seine Mächtigkeit wechselt wohl sehr und ist da am geringsten, wo das Bett felsig ist. Er überlagert das Gestein und den weichen Kalktuff.

Sehr eigentümliche Gebilde sind die Salzsandpfannen von ²Nakais, diese 30—40 und mehr Meter langen rundlichen und ovalen Mulden, die in den Sand des Flußbettes ganz flach eingesenkt sind und deren salzreicher Sandboden unter dem Fuß knirschend zusammenbricht. Salzausblühungen bilden sich, wie wir sahen, ebenfalls, und deshalb werden diese Pfannen von den Tieren als Salzlecke benutzt, und auch die Buschmänner gewinnen aus ihnen Salz.

Wie kommen diese Salzpfannen zustande?

Das Salz steigt kapillarisch mit dem Wasser auf, demnach muß ein Salzherd in der Tiefe liegen. Daß die abgelagerten Flußsande salzhaltig sind, ist unwahrscheinlich. Viel plausibler wäre die Annahme einer salzreichen Ablagerung unter dem Flußsand. Nun kennen wir ja tatsächlich von Rietfontein her salzhaltigen Kalktuff als Boden der Alluvien, demnach ist es durchaus möglich, daß auch bei ²Nakais unter den Salzsandpfannen salzreicher Tuff liegt, aus dem das Salz kapillarisch aufsteigt.

Warum bilden die salzreichen Stellen aber flache pfannenförmige Vertiefungen? Auch hierfür sind die Gründe leicht ersichtlich. Einmal wird durch die brackenden Tiere mechanisch viel Sand mit dem Salz ausgeführt. Auch die Buschmänner graben ja Sand aus behufs Salzgewinnung. Sodann aber wird der durch das ausblühende Salz gelockerte Sand durch die Füße der Tiere zermalmt, zerstäubt und, da die Salzsandflächen ganz vegetationslos sind, von dem Wind leicht mitgerissen. So sind denn die flachen Mulden wohl hauptsächlich ein Produkt der Winderosion unter Beihülfe der Tiere und des Menschen.

Folgerungen.

1) Das Grundgestein.

Unzersetzte lose Schuttmassen bedeckten auch in dieser Gegend die Oberfläche des Grundgesteins — Grauwacken und Granit —, als die Ablagerung der Botletleschichten begann. Wir finden hier also durchaus eine Bestätigung der Annahme, daß ein sehr trockenes Klima — Wüstenklima — geherrscht habe.

Die Lage der Schuttmassen bei ²Nakais und Okwa zeigt, daß daselbst bereits Einsenkungen bestanden haben, als die Ablagerung der Botletleschichten begann. Nimmt man dazu den Umstand, daß auf der Talsohle bei Sandpits ein verkieseltes Gestein liegt und auch bei Rietfontein der Kalaharikalk unzersetzten Grauwackenschutt bedeckt, so drängt sich uns der Gedanke auf, daß die Täler bis zu einem gewissen Grade schon vor den Botletleschichten vorhanden und vielleicht mit unzersetztem Schutt erfüllte Wadis waren.

2) Die Botletleschichten.

Die erste Periode der Botletlezeit, die der Einkieselung, ist nirgends mit Sicherheit nachweisbar, bei Okwa aber vielleicht vorhanden gewesen.

Die erste Periode der Kalkablagerung ist dagegen sehr ausgebildet und hat Kalksandsteine geschaffen. Ob dieselben von vornherein lokale Bildungen in den Tälern waren, oder ob ihr heutiges lokales Auftreten nur nachträglicher Erosion zuzuschreiben ist, ist ungewiß. Sicherlich hat solche Erosion in hohem Grade gewirkt.

Die dritte Periode, die der sekundären Verkieselung, ist sehr gut nachweisbar.

Während der Botletlezeit fanden Klimaschwankungen statt. Das beweist das nachträgliche Zerspringen des Kalksteins und Kalksandsteins, der selbst den Schutt des Grundgesteins verkittete. Spalten und Schutt wurden dann von neuem durch Kalksandstein verkittet. Die harte Oberflächenbank zeigt jedenfalls, daß am Ende der Betletlezeit trockenes Klima herrschte.

3) Die Zeit des Kalaharikalks.

In der zweiten Periode der Kalkablagerung entstanden bei Rietfontein, wie im Chansefeld, Rinden- und Sinterkalkbildungen, und zwar oben auf den Höhen. In der Tiefe des Flußbetts fehlen diese Gebilde. Bei ²Nakais ist der Sinterkalk über den Botletleschichten nicht nachweisbar, aber es ist wohl möglich, daß der den zersprungenen Pfannensandstein verkittende Kalksandstein, der den obersten Teil der Oberflächenbank bildet, der Kalaharikalkzeit angehört. Auch mögen Rinden von Sinterkalk, die einst die Grauwackengehänge bedeckt haben, ebenso wie der Pfannensandstein, innerhalb des Flußbetts durch die Flüsse der Kalaharisandzeit erodiert worden sein.

Der Kalktuff, der die Talsohle über dem Grundgestein bedeckt, dürfte aus der Zeit des Kalaharikalks stammen. Ich gewann den Eindruck, namentlich in Okwa, aber auch in Rietfontein — daß er einst eine ausgedehntere Ablagerung gebildet haben dürfte und später so stark erodiert wurde, daß er nur an geschützten Stellen — z. B. hinter dem Felsriegel von Rietfontein, in den Aphanittaschen bei Okwa — erhalten geblieben ist. Die Erosion fand wohl während der nun folgenden Periode statt.

4) Die Zeit des Kalaharisandes.

Gewaltige, grundlegende Wandlung im physischen Bilde des Landes schuf die folgende Periode, die der Ablagerung des Kalaharisandes.

So sehr man sich auch von vornherein gegen den Gedanken sträuben mag, daß die gewaltigen Massen des Kalaharisandes eine Ablagerung im Wasser seien, so läßt die Auftürmung desselben zu beiden Seiten der Flußbetten keine andere Erklärung zu. Wir fanden ja am Botletle dieselbe Erscheinung. Sandwälle begleiten dort das tief eingeschnittene Flußbett. Kalksand im Liegenden mit Brack- und Süßwasserdiatomeen bewies, daß es Wasserablagerung sein müsse. Hier am Epukiro sind kalkreiche Sande im Liegenden zwar nicht beobachtet worden, allein bei der Überschüttung der Gehänge ist das nicht wunderbar. Sind doch die Aufschlüsse so schlecht, daß sich bei Okwa, bei ²Nakais und auf dem Nordufer bei Rietfontein nicht einmal der Kalaharikalk mit Sicherheit nachweisen läßt.

Ist aber der wohl 15—20 m mächtige Sand am Epukiro eine Flußablagerung, dann war nicht nur das Flußbett eine Straße tosender Gewässer, sondern auch die heutige Sandebene wurde zeitweise wenigstens überschwemmt und die Ausbreitung des Sandes konnte von den Flüssen aus erfolgen.

Eine derartige Ablagerung der Sandmassen verlangt indes eine solche Masse periodischer Gewässer oder vielmehr Fluten, daß man doch zurückschrickt vor der Kühnheit des Gedankens und seinen Konsequenzen.

Nehmen wir nun einmal an, es wäre wirklich so gewesen, dann werden wir erwarten müssen, daß sich bei dem gewaltigen Sandtransport das Flußbett selbst wohl mit erheblichen Sandmassen gefüllt haben wird. Als dann aber die Wassermasse abnahm, in das Bett durch die eigenen Sandwälle zurückgedrängt wurde, da konnte, ja mußte bei periodischen Fluten eine erneute Erosion in die eigenen Sedimente erfolgen, besonders an Stellen mit starkem Gefälle, und an solchen das Bett wieder reingefegt werden, so daß die felsigen Ufer wieder zutage traten. Strecken mit geringem Gefälle blieben dagegen versandet.

Eine solche Strecke starken Gefälles ist die Strecke Rietfontein (1200 m) — ²Nakais — Sandpits (1080 m). Heutzutage noch kommt es nach sehr starken Regen vor, daß das Flußbett bei Rietfontein tagelang läuft, so z. B. in der Regenzeit 1896/97, wie mir die Leute der Schutztruppe mitteilten.

Die Okwa-Laagte war einmal Anfang der neunziger Jahre mehrere Tage lang derartig angeschwollen, daß Mr. Priest, wie er mir mitteilte, mit seinem Wagen nicht herüber konnte.

Erst nach Ausräumung der Flußbetten erfolgte der Absatz der Kalktuffe durch Quellen, die aus den Gehängen der Ufer hervorbrachen. Dieselben machen einen so jungen Eindruck und sind so weich, daß sie vor Ablagerung des Kalaharisandes nicht existiert haben können — sie wären der Erosion durch den Fluß sicher nicht entgangen. Sie verraten immer noch einen viel größeren Wasserreichtum als er heutzutage besteht, wenn dieser auch schon sehr viel geringer war als zur Zeit der Ablagerung des Kalaharisandes.

Von all' den zahlreichen Kalktuffquellen hat nur noch Rietfontein fließendes Wasser, auch Butsivango soll eine Kalktuffquelle sein. Bei ²Nakais, Nam und Sandpits ist Kalktuff nicht aufgeschlossen. Ähnlich ist's im Okwatal gegangen, wo nur noch in dem Kalktuff des Talbodens Wasser in Brunnen gefunden wird, während die Kalktuffquellen der Gehänge versiegt sind.

Gewiß gewährt uns das Studium dieser Flußläufe interessante Blicke in die Vergangenheit des Landes, gewiß kann niemand nach all' diesen Erscheinungen an den größeren Niederschlägen früherer Zeiten zweifeln, allein ebenso gewiß wird wohl der Leser sich zunächst noch ablehnend verhalten dem Gedanken gegenüber, daß einst so gewaltige Fluten das Land überschwemmt und die hohen Sandwälle aufgeworfen hätten.

Warten wir ab, zu welchen Ergebnissen die Forschung in anderen Gegenden führt.

Kapitel XX.

Der Ausflug nach Gobabis.

Im November 1897 unternahm ich eine Reise nach Gobabis, die sehr lehrreich war, wenn auch der Hauptzweck, die Grenze der Kalahari gegen das Damarabergland kennen zu lernen, nicht erreicht wurde. Gobabis liegt noch innerhalb der Kalahari.

I. Von Rietfontein nach Olifantskloof.

5. November 1897. Um halb zwei nachmittags ritt ich von Rietfontein ab mit zwei Packeseln und dem gleichfalls berittenen Treiber Hendrik. Wir standen am Ende der Trockenzeit, die Hitze war enorm, und bis Olifantskloof, das 80 km entfernt war, hatten wir kein Wasser zu erwarten. Es galt also, die Durststrecke möglichst schnell und doch ohne Überanstrengung der Tiere zurückzulegen.

Sofort hinter dem Fort, das vor kaum einer Woche von der deutschen Schutztruppe geräumt worden war, beginnt ein tiefer roter Sand mit trostlosem Kalaharibusch. Die Mechenenesträucher fingen bereits an auszuschlagen, aber schwarz, kahl und abschreckend häßlich streckten die Mechailechaile-Bäume ihre dürren Zweige empor. 8 km ging es so über die leicht gewellte Sandfläche hin. Überall liefen Ameisen in geschäftiger Tätigkeit umher, und ihre Trichter, sowie die Termitenkegel waren allenthalben sichtbar. Nach $1\frac{1}{2}$ stündigem Ritt öffnete sich der öde Buschwald. Wir traten hinaus auf eine weite Grasebene, aus der nur hier und dort Büsche und niedrige Bäume aufragten. Auffallend waren hier 1—2 Fuß hohe halbkugelförmige Termitenbauten, die denen der Kaptermite aufs Haar glichen. Ich besinne mich nicht, sie anderswo in der Kalahari gesehen zu haben. Zahlreiche Spuren des Steinbocks und Duckers zeigten, daß diese Grasebenen nicht unbewohnt sind. Auch eine mächtige Leopardenspur war sichtbar.

Um 4 Uhr, also nach $2\frac{1}{2}$ stündigem Ritt (13 km), traten im Sand kleine Brocken von weißem Quarz auf, und vor uns wurden niedrige Höhen sichtbar.

Nach weiteren 20 Minuten (1.8 km) wurden die Quarzbrocken größer, zugleich traten kleine Kalkstücke auf, die bald von Kalkschollen in großen Blöcken verdrängt wurden. Kalkblöcke, Kalkplatten und -buckel, eine flußbettartige Senkung, die mit Kalk erfüllt war und rechts liegen blieb, wurden bis 5 Uhr passiert. Dann folgte wieder tiefer Decksand mit einzelnen Kalkstücken. Der Kalk ist durchweg harter Sinterkalk mit Sinterstruktur, von Rinden bedeckt und durchzogen, der in den charakteristischen Knollen und Fladen auftritt.

5 h 18 m wurden Blöcke von Chansegrauwacke passiert; nach weiteren zwei Minuten erreichte ich den Rand der Pfanne Habakobis (Blatt 17, Fig. 10), die einen Durchmesser von 100 m und eine Tiefe von 1—2 m hat. Auf dem Boden der Pfanne und an ihrer Westseite tritt Chansegrauwacke zutage, während die Umrandung aus Sinterkalk besteht. Hier zeigt es sich deutlich, daß der Kalk in einer flachen schüsselförmigen Senkung des Grauwackenfundaments liegt. Von Kalktuff, der sie früher erfüllt haben dürfte, ist nichts mehr vorhanden. Während der Regenzeit ist sie stets mit Wasser erfüllt, das sich bis in den Juli hinein zu halten pflegt.

5 Minuten hinter Habakobis liegt eine zweite Senkung, in der Chansegrauwacke in breiter Fläche ansteht. Ihr Kluftstreichen verläuft deutlich nach 90°, also abweichend von der Hauptrichtung des südlichen Chansefeldes (70°). Die Lagerung der Schichten war nicht zu beobachten. Harte Sinterkalkrinden überziehen das Gestein.

Bis 6 Uhr, wo ich Halt machte, folgte grauer Decksand mit Kalk- und Grauwackenblöcken. Wir hatten ca. 22.5 km zurückgelegt.

Nach fast dreistündiger Pause brachen wir von neuem auf. Die Aufnahme des Weges mit Uhr und Kompaß war in der hellen Mondnacht wohl unschwer auszuführen, allein da man über 50—100 m hinaus nichts deutlich erkennen konnte, so war eine Terrainzeichnung der zurückgelegten Strecke nicht möglich. Nur soviel ließ sich erkennen, daß der Weg durch eine muldenförmige Senkung mit Grauwackenboden und flachen Grauwackengehängen ging. Es dürfte eine Mulde ähnlich denen des Chansefeldes gewesen sein. Zahlreiche flache pfannenförmige Senkungen mit Grauwackenboden wurden passiert, die während der Regenzeit wohl alle Wasser enthalten. Sand und Kies, im wesentlichen also Verwitterungsprodukte des Grundgesteins, bilden den Boden. Kalk tritt vollständig zurück. Das Land steigt langsam, aber beständig an. Anscheinend zieht hier eine W.S.W.—O.N.O.-streichende Stufe über den Weg, zu der die flachen Höhen gehören, die gestern sichtbar waren. Um 10 h 50 m blieb links eine große Pfanne liegen. Auf dem Rückweg, der leider auch in der Nacht gemacht werden mußte, bemerkte ich, daß man hier einen tiefen Brunnenschacht — ohne Erfolg — gegraben hatte. Eine Probe des ausgeworfenen Gesteins erwies sich am folgenden Tage als hellgrauer bis gelblicher Kalkschiefer. Da ähnliche Kalkschiefer in den Mittleren Ngamischichten bei Gobabis vorkommen, bin ich geneigt zu glauben, daß hier eine Scholle der Ngamischichten erhalten geblieben ist.

Diese Pfanne ist wahrscheinlich Naukobis der Karten.

Wenige Minuten darauf (11 h) steigt der Weg eine ca. 3—4 m hohe Stufe hinauf, auf der sofort tiefer rötlicher Kalaharisand mit typischem Mochononebusch und Streifen von Mochailechaile-Bäumen beginnt.

Um 11 h 40 m hielten wir, nach einem Marsch von ca. 15 km. Wir hatten also heute 37 km zurückgelegt.

6. November. Mit Sonnenaufgang waren wir munter und wateten*) beständig durch tiefen roten Kalaharisand weiter. Der ödeste, häßlichste Buschwald aus Mochonono, Mohata und Mochailechaile umgab uns. Er tritt in Streifen zwischen Grasflächen auf.

5 h 28 m blieb links eine Sandpfanne liegen, in deren Umgebung sich grobes Quarzgeröll findet. 6 h 40 m folgte eine zweite tiefe Pfanne im Innern mit weißem und rings umgeben von rotem Sand. Bald darauf traten Kalkbrocken im Sand auf. Kleinere Vleys waren nicht selten.

Nach dreistündigem Marsch hielten wir um 8 Uhr in einer neuen großen Pfanne, in der wir während der Mittagshitze rasteten. Wir hatten ca. 14.5 km hinter uns.

*) Der Kalaharisand ist im allgemeinen hart und fest, so daß man bequem ausschreiten kann, auf Wagenwegen ist er jedoch durch die Räder und Füße aufgelockert.

Die Pfanne, in der wir lagerten, besitzt folgenden Bau (Blatt 17, Fig. 11). Der Boden hat einen Durchmesser von ca. 100 m (W.—O.) : 70 m (N.—S.) und besteht aus rötlicher Chansegrauwacke, die in Blöcken und Klippen zutage tritt. Das Kluftstreichen verläuft nach 90°. Grauer tonig-sandiger Boden verdeckt z. T. das Grundgestein. Umgeben wird der Gesteinsboden von einer flach ansteigenden, 3—4 m hohen Sandböschung, die sich weiterhin als welliges Sandfeld hinzieht. Die Pfanne ist also nichts anderes als ein 3—4 m tiefes, 100 : 70 m großes ovales Loch in der Platte des Kalaharisandes.

Der Sand ist überall ein rötlicher, feiner bis mittelkörniger, an staubigen Partikeln reicher Sand. Innerhalb der Pfanne ist aber der Fuß der roten Sandböschung und der auf dem Boden befindliche Sand ganz weiß. Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß diese Weißfärbung auf Reduktion des Eisenoxydhydrats durch die vegetabilischen Stoffe des stehenden Wassers zurückzuführen ist. Denn während der Regenzeit sind die Pfannen alle zeitweise gefüllt.

Kalk fehlt der Pfanne vollständig. Sie unterscheidet sich dadurch in bemerkenswerter Weise von den Kalkpfannen des Chansefeldes. Ob er wirklich fehlt und früher nie vorhanden gewesen oder nur vom Sand ganz verhüllt ist, ist nicht bekannt.

Nachmittags um halb drei brachen wir wieder auf. Schon nach 6 Minuten passierten wir eine zweite Pfanne mit Grauwackenboden und ohne jeden Kalk, und nach weiteren 13 Minuten eine Pfanne, die mit weißem Sand erfüllt war, ohne sichtbares Gestein. Einige hundert Meter darauf stieg der Weg eine 4—5 m hohe Stufe hinauf, die bereits seit einiger Zeit im Norden in einer Entfernung von ca. 5 km als ca. 8—10 m hoher Abhang zu beobachten war. Es ist anscheinend eine mit rotem Sand bedeckte Gesteinsstufe. Denn auf der Höhe der Platte traten, ca. 3 km vom Rande entfernt, lose Stücke von Grauwacke und kleine Kalkknollen im Sand auf. Der Abhang begleitet den Weg noch eine Strecke weit auf der Südseite, wo sich jenseits der Böschung eine weite, weite Sandebene ausdehnt.

Im weiteren Verlauf des Marsches ging es im wesentlichen über rötlichen Sand hin, aus dem zuweilen Grauwackenblöcke aufragen. Seines Gehalts an kleinen Gesteinspartikeln wegen ist er wohl besser als Decksand zu bezeichnen, zumal auch die Vegetation kein Kalaharibusch ist, sondern Arten des Gesteinsfeldes, wie Mokabi, Motswere, Mossu, Moga, Mangana, Mochale und andere Bäume und Sträucher enthält. Flache Bodenschwellen und Kuppen, die namentlich rechter Hand auftreten, bestehen wohl aus Grauwacke. Pfannen mit Grauwackenboden, von Kies und Decksand umgeben, wurden wiederholt passiert, einmal auch ein flacher Buckel aus Grauwacke.

Wir hielten 6 h 35 m, nach 5stündigem Marsch (ca. 21 km).

Um 11 h 14 m ging's weiter durch die helle Mondnacht hin, anfangs noch über harten Grauwackenboden, dann durch Sand. Nach 1³/₄stündigem Marsch (1 h 2 m) passierte ich einen langen von N.—S. streichenden Sandrücken, dann ging es bergauf, bergab über Gesteinsrücken und durch felsige Schluchten. Das mußten die Berge von Olifantskloof sein. Auffallend war die eisig kalte Luft in den Schluchten, im Vergleich zu der Wärme auf den Höhen.

Um 2 h 35 m stand ich am Rand eines Bachbettes, auf dessen westlicher Seite ein hoher schwarzer Bergzug im Mondlicht sichtbar war. Ohne Weg und Steg kletterte ich, das Pferd am Zügel führend, das Flußbett aufwärts, hoffend, auf Wasser zu stoßen. Nach einer Viertelstunde erreichte ich in der Tat die Quellen von O l i f a n t s k l o o f, die in einer engen Schlucht liegen. Auf dem steilen Nordufer waren denn auch die schwarzen Mauern des „Blockhauses“ sichtbar, das unsere Schutztruppe angelegt hat.

Eine Stunde später traf Hendrik mit den Eseln wohlbehalten ein. Sein scharfes Hottentottenauge hatte den zum Blockhaus nach rechts abgehenden Weg

rechtzeitig erkannt, während ich darüber hinausgeritten war. Als der Mond hinter den schwarzen Bergen verschwunden war und der Morgenhimmel sich mit hellen, rötlichen und bläulichen Tönen verfärbte, gingen wir schlafen.

7. November. Heute erwachte ich erst am Nachmittag und benutzte den Rest des Tages, um das Tagebuch zu schreiben und in der Umgebung des Blockhauses umherzustreifen.

8. November. Am frühen Morgen ging ich auf dem Wege nach Rietfontein zurück, um die letzte bergige Strecke des Weges aufzunehmen. Ich verfolgte denselben bis eine halbe Stunde jenseits des langen Sandwalls, den ich auf dem Hinwege um 1 h 2 m passiert hatte.

Das Land ist hier mit tiefem, rötlichem Sand bedeckt, der flache Hügel und Wellen bildet. Im Norden liegt ein langer, ca. 200 m hoher Plateaurand, der in S.W.—N.O.-Richtung streicht und sich, je weiter nach Osten hin, um so mehr von dem Wege entfernt. Von diesem Plateau, das von zahlreichen Schluchten durchfurcht wird, bildet der erwähnte lange Sandrücken einen Ausläufer. Er ist nur 50—60 m breit und 5—8 m hoch, anscheinend entweder ein von Sand überwehter Gesteinswall, oder eine Anhäufung losen Sandes, entstanden vielleicht durch die kombinierte Wirkung der östlichen Winde und vom Plateau zuweilen herabrauschender Fluten.

Auf die mit alluvialem Lehm bedeckte Ebene, die sich sofort an den Sandwall anschließt, folgt nun eine ganze Reihe von Rücken aus Chansegrauwacke, die alle von dem Plateau auslaufen und durch Erosion aus dem Plateaurand herausmodelliert worden sind. Schluchten mit Bachbetten und Massen groben Gerölls aus Quarz und Grauwacke trennen die Rücken.

Das Gestein des Plateaus besteht bei Olifantskloof und weiter östlich aus rötlicher und grauer Grauwacke mit Lagen von Eisenglanzschüppchen, die eine Diagonalschichtung zum Ausdruck bringen. Dünne weiße Adern und bis handdicke Gänge von weißem Quarz mit Eisenglanztafeln sind häufig. Sie bleiben bei der Zerstörung des Gesteins als eckige Quarzbrocken liegen. Die Schichten streichen nach 80° und fallen mit einem Winkel von ca. 20° nach Norden hin ein. Die Klüftung ist außerordentlich energisch nach 80° und setzt senkrecht in die Tiefe. Ein zweites Kluftsystem streicht nach 350° (Lebomborichtung).

Die Quellen von Olifantskloof (Fig. 12) liegen am oberen Ende eines Bachbetts, das tief in den Plateaurand eingeschnitten ist, und zwar da, wo dasselbe eine dem Streichen parallele Richtung hat. Sie entspringen auf der Nordseite der Schlucht und sind wohl Spaltquellen. Das austretende Wasser hat die Felsen mit handdicken Kalktuffmassen überzogen. Zwei Tümpel klaren kühlen Wassers, von üppig grünem Gras umsäumt, werden von den Quellen gespeist. In früheren Zeiten müssen letztere aber wasserreicher gewesen sein. Das beweist die Ausdehnung der Kalktuffmassen in der Umgebung an Stellen, wo heute kein Wasser mehr rieselt.

Einige hundert Schritt oberhalb der Quellen findet man ebenfalls Kalktuffmassen, desgleichen nordöstlich des Blockhauses. Sie sind auf ehemalige Quellen zurückzuführen und sind einer der vielen Beweise für den ehemals größeren Wasserreichtum des Landes. Der Kalk stammt ursprünglich aus den Grauwacken, die ziemlich kalkhaltig sein müssen. Seine Erklärung bietet keine Schwierigkeit. Wichtig und interessant ist es aber doch, festzustellen, daß das Gestein frisch und unzersetzt erscheint, ebenso wie unter den Kalkkrusten der Kalaharikalkzeit im Chansefeld und am Ngami.

Begibt man sich von dem Blockhaus nach Norden, so kreuzt man zunächst eine ca. 500 m breite Zone, innerhalb welcher Grauwacken und ihre Zersetzungsrückstände, wie Quarzstücke, Grauwackenblöcke, Kies und Sand den Boden bilden. Dann beginnt ein tiefer, rötlicher Sand, der anfangs noch Brocken des Untergrundes enthält, aber sehr bald alles verhüllt. Wir befinden uns wieder

in derselben Kalahari, die wir 200 m tiefer verlassen haben. Derselbe Sand, derselbe Busch, kein Unterschied ist zu finden. In solcher Form dehnt sich das Sandfeld nach Norden hin bis zu dem Okavango aus. Es ist das südlichste Ende der berüchtigten Omaheke (= steinloses Land). Anstatt mit dem Gebirgsrand zu enden, setzt sich das Sandfeld der Kalahari mit allen seinen Eigentümlichkeiten, nur durch den schmalen Gebirgsrand unterbrochen, auf der Plateauhöhe fort (Blatt 17, Fig. 20).

Von Olifantskloof aus führt ein gut kenntlicher Weg nach dem Oberen Epukiro. Hereros, die ich auf dem Rückweg hier traf, erzählten, daß die Entfernung bis zum ersten Wasser 2 starke Tagemärsche, also rund 80—90 km, betrage.

II. Von Olifantskloof nach ²Oas.

Am Nachmittag des 8. November verließen wir Olifantskloof, um nach ²Oas weiter zu marschieren. Zunächst kehrt man zu dem Kreuzungspunkt der beiden Wege zurück und verfolgt dann den nach Süden abbiegenden Pfad, der in weitem Bogen einen langen Vorsprung des Plateaus umgeht. Unterhalb des Kreuzweges liegen innerhalb des Bachbettes ausgedehnte Kalktuffmassen als letzte Zeugen ehemaliger Quellen.

Nach dem Verlassen des Plateauabhanges betritt man eine ausgedehnte Ebene, deren Boden aus Chansegrauwacken besteht, die denen des Plateaus völlig gleichen. Das Gestein steht stellenweise an, ist aber meist von grobem Sand und Kies aus Quarz- und Grauwackenbrocken bedeckt.

Eine Stunde hinter Olifantskloof überschreitet man eine ovale, 300 : 400 m breite Pfanne, deren Boden aus Grauwacke und grauem, tonigem Sand besteht, während rötlicher Sand die Umrandung bildet. Die Pfanne gleicht also völlig den Sandpfannen mit Grauwackenboden zwischen Naukobis und dem Gebirgsrand.

Die Vegetation ist lichter Buschwald, der häufig von Grasflächen unterbrochen wird. Auffallend waren vor allem die Aloes, die seit dem Verlassen des Betschuanenlandes hier zum ersten Mal wieder auftraten.

Eine halbe Stunde vor dem Wasserplatz Sandfontein passiert man einige niedrige vorgeschobene Höhen, die links liegen bleiben und nur durch einen sehr flachen Rücken mit dem Plateau verbunden sind.

Sandfontein liegt am Ausgang eines Tales, das durch einen Bach in den Plateaurand eingeschnitten ist und die Schlucht von Olifantskloof an Größe übertrifft. Der Boden des 20—30 m breiten Bachbettes besteht aus graugrünlichen Grauwacken und glimmerreichen mürben Sandsteinen, die nach 80° streichen und zerklüftet sind. Ein zweites Spaltensystem streicht nach 350°. Auf der westlichen Seite des Bachbettes liegen die Wasserlöcher, und zwar in einer von Kalk verkitteten Geröllschicht, über der Kalktuffbänke in breiter Masse lagern und in Terrassen ansteigen. Die wasserhaltende Schicht der Quellen ist ohne Zweifel der Kalktuff und die Geröllschicht. Der Kalktuff ist ein Absatz aus ehemals stärker fließenden Quellen. Seiner Lage nach entspricht dieser Wasserplatz den Kalktuffmassen unterhalb des Kreuzweges am Olifantskloofal. Denn beide liegen am Ausgang der Täler in der Ebene. Weiter aufwärts verengt sich das Sandfonteintal und steigt stark an. Nahe dem Plateaurande liegt ein zweiter Wasserplatz, der den heutigen Quellen von Olifantskloof nach Lage und geologischem Charakter entsprechen dürfte.

Der Bach von Sandfontein gehört zusammen mit dem von Olifantskloof zu den Quellbächen des Okwaflußbettes, wie mir Pieter Sebiche mitteilte.

9. November. Um 7 Uhr 9 Minuten morgens verließen wir Sandfontein. Zunächst ging es an einem langen Ausläufer des Plateaus entlang direkt nach Süden, dann nach Westen hin. Anfangs tritt noch Grauwacke zutage, aber schon nach einer halben Stunde beginnen tiefe rote Sande und Grande, die

flache Hügel und Wellen bilden. In einzelnen Fällen konnte man deutlich erkennen, daß eine Erhebung aus Grauwacke den Kern der vom Plateau auslaufenden Sandrücken bilde. Zwischen diesen Sandhügeln und Rücken, die alle mit dichtem Busch bedeckt sind, treten Kessel und buchtenartige Ebenen auf mit grauem, hartem, sandig-lehmigem Boden. Man gewinnt den Eindruck, daß diese Ebenen vor nicht langer Zeit mit Wasser bedeckt waren, sei es dauernd oder periodisch. Ganz besonders auffallend war ein 600 m langer und 300 m breiter Kessel, den der Weg der ganzen Länge nach durchzieht (Fig. 13). Der Boden besteht aus Grauwacke, die unter einer grauen, sandig-lehmigen Ablagerung lokal zum Vorschein kommt, die Umrandung aber aus rötlichem Sand, der innerhalb der Pfanne so hoch, wie in der Regenzeit zuweilen Wasser steht, weiß ist. Der Sand außerhalb der Pfanne bildet eine 5—6 m hohe, ziemlich steile Böschung. Er liegt auf der Südseite ganz besonders hoch. Überhaupt zieht sich südlich des Weges eine deutliche Erhebung aus rotem Sand hin, die bis zu 20 m Höhe (rel.) erreichen mag. Auf der Nordseite sind gleichfalls vom Plateaurand herkommende flache, mit Sand bedeckte Ausläufer zu beobachten. Am Fuß eines solchen Ausläufers hielten wir um 10 Uhr. Dicht am Lagerplatz lagen große Blöcke eines zelligen Brauneisensandsteins in einer flachen Senkung, unzweifelhaft eine alte Lateritbildung. In der Nähe traten auch Blöcke von Grauwacke in dem rötlichen Sand auf.

Am Nachmittag brachen wir um 2 h 9 m auf. Nach Überschreiten des mit Sand bedeckten Grauwackenausläufers betraten wir eine Bucht, die von Süden her zwischen die Ausläufer eingreift und deren Boden aus hartem, grauem, sandigem Lehm besteht. Ein lichter Buschwald bedeckt das Land weit und breit. Auf einen andern Ausläufer folgt eine zweite Bucht und eine dritte hohe und breite Grauwackenzunge. Jenseits derselben folgt dann die breite Talebene eines Flußbetts, namens Dabis. Sandige Alluvien erfüllen die Ebene, die von mehreren Flußarmen durchschnitten wird. Das größte ist 80 m breit, ca. 4 m tief und war damals ganz trocken und mit vielen Sandbänken erfüllt. Auf der Westseite folgt ein Grauwackenrücken, der von einem Bachbett durchbrochen wird, das zum Dabis-Fluß geht. Hier biegt der Weg nach Norden ab, um das weit nach dieser Richtung zurückgetretene Plateau wieder zu erreichen. Der Weg steigt eine mit tiefem, rotem Sand bedeckte Ebene hinauf, die von mehreren Bächen durchzogen wird. Dichter Mochononebusch bedeckt sie, so daß man plötzlich wieder in die typischste Kalahari versetzt ist.

Bereits in der Dunkelheit erreichte ich den Plateaurand. Weiße Kalktuffmassen erfüllen das Bachbett, auch sind Brunnenlöcher in den Kalk gegraben worden, aber keines enthielt auch nur einen Tropfen Wasser.

Etwa 15 Minuten südlich dieser Kalktuffmassen liegen am Wege, wie ich auf dem Rückweg bemerkte, große Klumpen zelligen Laterits im Sand.

Die Tiere waren nach dem langen Marsch sehr ermüdet. Da wir aber kein Wasser hatten, mußten wir nach zweistündiger Rast weiter. Es ging das Plateau hinauf und über Rücken und durch Schluchten zwei Stunden lang bis zu einer Quelle, namens Rooigravwater.

10. November. Während des Vormittags ging ich auf dem gestrigen Wege bis zu den trockenen Brunnenlöchern im Kalktuff zurück. Er geht auf halber Höhe des Plateaus hin und überschreitet eine ganze Reihe von Rücken, die durch Schluchten getrennt sind. Das Gestein ist typische Chansegrauwacke mit Einlagerungen von roten Schiefertonen und grünlichgrauen glimmerreichen Sandsteinen. Das Streichen schwankt zwischen 70—77°, die Schichten fallen mit ∢ 20—30° nach S. ein. Eine energische transversale Klüftung verläuft parallel dem Streichen. Die dickbankigen Grauwacken weisen überall prachtvolle diskordante Struktur auf, die durch 1—3 mm dicke Lagen von Eisenglanzschüppchen zum Ausdruck gebracht wird. Eluviales Quarzgeröll aus zerstörten

Gängen und Adern, sowie angewitterte Grauwackenstücke bedecken die Gehänge und horizontalen Flächen der langen Rücken. Dichter Buschwald wächst auf diesem steinigen Boden ebenso üppig, wie auf den Bergen südlich des Ngami.

Am Nachmittag (2 h 48 m) verließen wir Rooigravwater und stiegen zunächst auf die Hochfläche des Plateaus hinauf. Anfangs liegt auf derselben Verwitterungsschutt der Grauwacken, sowie Schollen alten zelligen Laterits mit weißen Quarzstücken und zersetztem, rotem Sandstein, dann verhüllt aber ein rötlicher Sand mit Kalaharibusch — Mochonono, Mohata und Mochoto — alles Gestein. Hier und dort kommen vereinzelte Blöcke von Grauwacke und Laterit zum Vorschein, und auf Strecken hin ist die Flugsandhaut des Decksandes mit feinem Grus aus Quarz und Brauneisenstein erfüllt.

Von 5—8 Uhr rasteten wir und zogen dann in der Nacht weiter. Wie ich auf dem Rückweg feststellen konnte, tritt Grauwacke reichlich zutage, desgleichen Schollen von zelligem Laterit. Mehrere Pfannen mit Grauwackenboden und einmal das obere Ende einer den Plateaurand durchfurchenden Schlucht wurden passiert. Sande vom Charakter des Decksandes und reinen Kalaharisandes wechseln ab. Wir marschierten in dieser Nacht bis 10 Uhr und legten im Laufe des Tages ca. 21 km zurück.

11. November. Am frühen Morgen (5 Uhr) waren wir wieder unterwegs. Grauwacke und rötlicher Sand bilden den Boden, bis man in eine flache Niederung hinabsteigt, die den Beginn einer Schlucht vorstellt und in der mächtige Kalktuffmassen abgelagert sind. Innerhalb solcher Tuffmassen liegt unter hohen Moga-Akazien der Wasserplatz Stampriet, den wir um 6 Uhr erreichten.

Von Stampriet biegt der Weg nach W. hin ab, indem er zunächst auf die Plateauhöhe wieder hinaufsteigt. Oben haben wir dasselbe Bild, wie früher: eine weite wellige Sandebene mit Kalaharibusch, hier und dort Blöcke von Laterit oder Grauwacke. Noch einmal passiert man das obere Ende einer Schlucht des Plateaurandes, dann öffnet sich plötzlich der Busch, und man blickt hinab in ein vielverzweigtes tiefes Tal, den Kessel von ²Oas. Wegen der radialstrahlig angeordneten Lage der Täler führt dieser Platz auch den Namen „Sternbrunnen".

Der Weg geht über die Grauwackengehänge ziemlich steil zu dem Talboden hinab, der auf Strecken hin von Kalktuffmassen bedeckt wird. An einer solchen Kalktuffmasse, aus der heraussickerndes Quellwasser einige Tümpel bildet, liegt das Haus der Schutztruppe, wo ich gastliche Aufnahme fand.

²Oas liegt in einem mehrere hundert Meter breiten Tal mit ziemlich ebenem Boden, das in das Grauwackenplateau etwa 150—200 m tief eingeschnitten ist und in W.—O.-Richtung verläuft. Die Südseite des Tales ist parallel dem Streichen der Grauwacken von W.—O. (95° Kaprichtung). Von Norden her mündet in dieses breite Tal das erwähnte Seitental, das mit seinen Verzweigungen den Namen „Sternbrunnen" veranlaßt hat.

Die Grauwacken streichen nach 95° und fallen mit ∢ 30° nach Süden ein. Sie sind dickbankig, und ihre Eisenglanzlagen zeigen schöne diagonale Struktur. Die transversale Klüftung streicht parallel den Schichten. Aus ihnen brechen die Quellen hervor, die dicke weiße Kalktuffbänke abgesetzt haben. Der Kalktuff ist reich an Sandkörnern, umschließt auch Blöcke von Grauwacke und zeigt unregelmäßige Bankung. Die Bänke sind wulstig, flach gebogen und brechen mit senkrechten Rändern ab. Weiter oberhalb sind in dem Bachbett andere Kalktuffmassen zu finden, wo heutzutage keine Spur von Wasser mehr zu beobachten ist. Auch hier muß man feststellen, daß die Grauwacken trotz der Auslaugung des Kalks recht frisch und unverwittert aussehen.

Das große Tal aufwärts führt in westlicher Richtung zu dem Wasserplatz Gaus, während es nach Osten hin in die weite Ebene übergeht, die bereits dem südlichen Kalaharibecken angehört. Das das Südufer des Flußbettes bildende

Plateau endet ganz plötzlich, wie man von der Höhe zwischen Rooigravwater und Stampriet deutlich erkennen kann. Sein weiterer Verlauf ist nicht bekannt. Ich möchte aber glauben, daß es parallel dem allgemeinen Streichen des Plateaurandes von Olifantskloof nach S.W. hin verläuft.

III. Von ²Oas nach Gobabis.

12. November. Morgens 6 h 15 m verließ ich ²Oas, Hendrik mit den Eseln und einem Pferd zurücklassend. Der Weg stieg anfangs in nordwestlicher Richtung auf das Plateau hinauf. Nahe dem Rande desselben liegt in dem Tal, das der Weg benutzt, eine Scholle von Chalcedonsandstein auf den Grauwacken (Fig. 14). Letztere streichen nach 105° und fallen mit ∢ 30° nach Süden ein. Der Chalcedonsandstein hat eine ziemlich flache Lagerung, indem seine undeutlich gebankten Massen mit ca. ∢ 10° nach Norden einfallen. Er besteht aus groben Quarzkörnern in weißer kieseliger Grundmasse (Nr. 279). Im Liegenden geht er jedoch in eine Breccie aus bis faustgroßen eckigen Stücken von weißem Quarz und Chansegrauwacke über (Nr. 277 u. 278). Seine Mächtigkeit kann nicht bedeutend sein, vielleicht 1—2 m. Die Oberfläche des Sandsteins ist nun zum größten Teil in zelligen Brauneisenstein verwandelt worden, in dem die Quarz- und Grauwackenstücke stecken. Seinem ganzen petrographischen Charakter entsprechend hat man diesen Sandstein den Botletleschichten zuzuzählen, die auch an andern Orten in Laterit umgewandelt sind.

Sobald man die Plateaufläche erreicht hat, beginnt der tiefe rote Sand mit Kalaharibusch. Der Sand ist also lokal Decksand, der grobe Partikel von Quarz, Grauwacke und Brauneisenstein enthält, vorwiegend jedoch reiner Kalaharisand ist.

Um 8 h 12 m passierte ich einen Kessel von 100 : 200 m Durchmesser, der unvermittelt in den Sand der Hochfläche eingesenkt ist. Auf seinem Boden tritt an der Nord- und Ostseite Chansegrauwacke (Nr. 266) zutage, die sich anscheinend nach Südwesten hin senkt und von grauem lehmigen Sand überlagert wird. Die ca. 3 m hohe Böschung wird von dem rötlichen Sand gebildet (Fig. 15).

Wenige hundert Meter hinter diesem Kessel folgt eine zweite 60 : 120 m große Pfanne, deren Boden jedoch ganz mit Sand bedeckt ist. In der Mitte der Vley findet sich auch schwärzlicher humoser Sumpfboden. Der Sand innerhalb der Pfannen ist, wie schon früher betont wurde, immer weiß, nicht rot.

Bald nach 9 Uhr betrat ich eine mit weiten Grasflächen bedeckte flache Niederung. Unter dem rötlichen Sande tritt zuweilen Kalk zutage. Auch liegen in der Mitte der Senkung zwei Kalkpfannen. Die zweite (Fig. 16) ist rund, hat einen Durchmesser von 100 m und ist durch einige Brunnenlöcher erschlossen worden. Unter einer aus Kalkgeröll und Sand bestehenden dünnen Decke liegt eine 30 cm starke Oberflächenbank aus hartem Sinterkalk. Darunter folgt heller lockerer Kalktuff mit rundlichen Kalkknollen, 1½—2 m mächtig. Der Boden ist nicht aufgeschlossen, wohl aber bewiesen ausgegrabene Blöcke von grünlicher und violetter glimmerreicher Grauwacke, daß die Chanseschichten den Boden bilden. Kalkschollen stehen auch hinter dieser Pfanne unter dem roten Sand wiederholt an.

Um 9 Uhr 20 Minuten passierte ich eine neue Pfanne, an deren Nordseite rötliche Grauwacken auf dem Boden anstehen. Sonst ist dieser heller Sand, die Umrandung aber 3—4 m mächtiger rötlicher Sand. Der Durchmesser beträgt 200 : 300 m. 25 Minuten später erreichte ich bei ²Kuikus das Farmhaus Herrn Rohleffs, der mich gastlich aufnahm und bei dem ich bis zum folgenden Morgen blieb.

Das Farmhaus liegt an einer ca. 20 m breiten flachen, flußbettartigen Senkung, an deren Ostseite eine rötliche Grauwacke zutage tritt. Die Lagerung dieses Gesteins

ist nicht deutlich. Oberhalb des Farmhauses entspringt eine starke Quelle, deren Wasser die Laagte hinabläuft und sich in einem runden, völlig geschlossenen Kessel verliert (Fig. 17). Dieser Kessel hat einen Durchmesser von ca. 300 m. Der Boden besteht auf der Westseite aus rötlichem Sandstein und Grauwacke, sonst aus humosem Sand und Sumpfboden mit Schilfgras. Seine 3—4 m hohe Umrandung wird von dem roten Sand der Hochfläche gebildet. Er ist also eine runde Einsenkung in den Sand bis auf das Grundgestein, das aber selbst gleichfalls eine Vertiefung bilden dürfte.

13. November. Um 5 h 40 m verließ ich ²Kuikus. Der Weg führt zunächst durch die runde Pfanne, dann nach Westen hin über den tiefen roten Sand. Nach einer halben Stunde traten Kalkschollen mit Stücken roten Sandsteins auf. 6 h 34—41 m passiert der Weg eine ovale Pfanne, auf deren Boden auf der Ostseite Massen zelligen Brauneisensteins, auf der Westseite dagegen grauer Quarzit und Sandstein anstehen. Sonst erfüllt grauer, sandig-lehmiger Boden den Kessel, während ihn der rote Sand umrandet. Um 8 h 23 m passierte ich eine Kalkpfanne, die halb versandet war und sich nur durch ausgedehntes Kalkgeröll zu erkennen gab. Um 9 Uhr traten noch einmal zahlreiche Kalkschollen auf und eine halbe Stunde später war Gobabis erreicht, wo ich in dem Kaufhaus der Herren Abraham und Müller freundlichste Aufnahme fand.

Gobabis liegt auf dem linken Ufer des ǂNossob, der hier eine nordsüdliche Richtung hat und etwa 25—30 m tief in das Plateau eingeschnitten ist. Von N.O. her münden in ihn drei Bachbetten ein. Nördlich des ersten liegt der lange Rücken des Nikodemusberges, zwischen dem ersten und zweiten der Ort Gobabis.

Das Grundgestein des Landes besteht aus den Ngamischichten, die wir am Ngami bereits kennen gelernt haben. Es sind nämlich Konglomerate und Sandsteine, in die Kalke eingelagert sind. Sie streichen nach der Richtung S.W.—N.O. und fallen mit ∢ 60° nach S.O. ein.*)

Vom Nikodemusberg bis zu dem Kalaharisand auf dem östlichen Ufer des ²Nossob sind folgende Schichten zu beobachten. (Fig. 18.)

Untere Ngamischichten.

Das Liegende ist nicht beobachtet worden. Am Nikodemusberg bestehen die Schichten aus:

1) einem System gebankter, rötlicher und grauer Quarzite und konglomeratischer Sandsteine und Grauwacken. Die Bänke sind hand- bis fußdick.
2) Rote, gebankte, mürbere Sandsteine und Grauwacken folgen, auf denen der Ort Gobabis steht.
3) Rote, dünnbankige bis schieferige Sandsteine, in die die beiden Bachbetten südöstlich der Festung eingeschnitten sind.
4) Schmutzig graugrüne bis olivengrüne und rote Sandsteine und Konglomerate mit Geröllen grauer Quarzite der liegenden Schichten.

Mittlere Ngamischichten.

5) Blaugraue, schwach verkieselte Kalkschiefer, die dünngeschichtete, handdicke Platten bilden. Sie werden in Steinbrüchen abgebaut und als Pflastersteine beim Bau der Festung benutzt. Sie stehen auf 50 m hin an. (Nr. 271.)
6) Blaugraue und weiße, dichte Kalksteine und Dolomite mit Adern und Schnüren von Chalcedon. Letztere bilden stellenweise ein zelliges Netzwerk. Sie sind ca. 20 m mächtig und setzen sich aus bis 1 m mächtigen, klobig gebankten Massen zusammen. (Nr. 269, 270.)
7) Blaßgelbe, tonige Kalkschiefer bis Mergelschiefer, ca. 15 m mächtig.

*) Die Richtungen in Gobabis habe ich durchweg nach dem Stand der Sonne zu bestimmen gesucht, da mein Taschenkompaß hier in Unordnung geriet, während mein Routenkompaß in ²Oas zurückgeblieben war. Etwaige Ungenauigkeiten bitte ich daher entschuldigen zu wollen.

Obere Ngamischichten.

8) Fein- bis grobkörnige und konglomeratische Sandsteine und Grauwacken, teilweise mit glasigem Chalcedonzement, so daß sie den Botletleschichten gleichen. Sie sind nur schlecht aufgeschlossen und die Mächtigkeit der einzelnen Glieder ist nicht erkennbar. (Nr. 268, 272.)

Fig. 19 gibt ein genaueres Profil durch die Oberen, Mittleren und die hangendsten Unteren Ngamischichten. Bezüglich der einzelnen Schichten mag auf den Text zu den Profilen (S. 363—364) verwiesen werden.

Vergleichen wir nun die verschiedenen Glieder der hiesigen Formation mit denen am Ngami, so finden wir viele Übereinstimmungen. In der Untern Stufe ähneln die Sandsteine und Grauwacken einander sehr. So kommen bei Gobabis im höheren Niveau auch die grobkörnigen und konglomeratischen Grauwacken vor, die die Prospekteren für „Granit" hielten. Freilich ist die ganze Stufe bei Gobabis ganz erheblich mannigfaltiger und mächtiger entwickelt, resp. aufgeschlossen.

Sehr instruktiv ist der Vergleich zwischen den Mittleren Ngamischichten beider Gebiete.

Die blaugrauen Kalkschiefer, die bei Gobabis das Liegende der Mittleren Stufe bilden, sind bei Ssepotes Kraal zwischen Unteren Grauwacken eingekeilt. Die Kalksteine sind hier zwar dolomitisch, dort fast gar nicht, ähneln sich sonst aber auffallend. Die gelblichen Mergelschiefer werden am See durch rote und braune Mergelschiefer ersetzt, die jedoch nicht älter als die Kalksteine, sondern Faziesbildungen sind.

Die Oberen Ngamischichten ähneln bezüglich mancher grobkörniger Grauwacken denen am See, sind aber sekundär derartig verändert worden, daß man jetzt nachträglich ohne reichhaltige Sammlung von Handstücken gar nicht entscheiden kann, wie weit sie als Gesteine der Oberen Ngamischichten oder Botletleschichten aufzufassen sind.

Diese sekundäre Veränderung ist die Verkieselung und Einkieselung, die ja beide auch am See so stark eingewirkt haben.

Ob die Unteren Ngamischichten verkieselt oder eingekieselt worden sind, ist nicht festzustellen, da alle gesammelten Handstücke verloren gegangen sind; Einkieselung ist aber wahrscheinlich erfolgt. (Vergl. p[1] in Profil II. S. 364.) Dagegen läßt sich Verkieselung in der Mittleren Stufe mit Sicherheit nachweisen.

Der blaugraue Kalkschiefer ist nämlich von Chalcedon durchtränkt, indes ist die Verkieselung nicht so weit vorgeschritten, wie am Ngami, wo die anscheinend gleichen Gesteine total in blaugrauen Kieselschiefer verwandelt worden sind.

Auch der blaugraue Dolomit ist halbverkieselt und wird von Chalcedonadern durchschwärmt, die in Form von Leisten und Zacken herauswittern.

Gewaltige Veränderungen haben die Oberen Ngamischichten erlitten. Nicht nur, daß die Sandsteine und Grauwacken verkieselt und eingekieselt sind, wir haben dort auch richtige Übergangsgesteine, die mehr Botletle- als Ngamigesteine zu nennen sind. So ist z. B. Nr. 272 ein alter, verkitteter, eckiger Schutt mit Chalcedondrusen. Andere Bänke gleichen den Botletle-Chalcedonsandsteinen aufs Haar, und es läßt sich bei den schlechten Aufschlüssen gar nicht sagen, ob die Blöcke anstehenden Bänken der Oberen Ngamischichten oder einer diskordant lagernden, aus verkittetem Gehängeschutt bestehenden Decke von Botletleschichten angehören.

Die Gesamtmächtigkeit der Ngamischichten, soweit sie aufgeschlossen sind, beträgt 1500—2000 m. Davon entfallen auf die Mittlere Stufe ca. 80 m, auf die Obere 150 m, die Hauptmasse aber auf die Unteren Ngamischichten.

Über den Oberen Ngamischichten lagert nun diskordant harter Sinterkalk in großen Fladen, Kuchen und löcherigen, wulstigen Bänken. Seine Mächtigkeit ist nicht mit Sicherheit erkennbar, da er von oben her überschüttet ist, dürfte aber 2—3 m betragen.

Über dem Sinterkalk liegt eine Schotterschicht aus bis walnußgroßen abgerundeten Stücken von Quarz, Sandsteinen und Grauwacken. Das Bindemittel ist Sand. Durch Abnahme der Gerölle geht diese Schicht in den reinen Kalaharisand über. Die Geröllschicht mag 1—2 m mächtig sein — sie ist schlecht aufgeschlossen — der Sand aber erreicht 6—10 m und vielleicht noch mehr Mächtigkeit.

Der Kalaharisand liegt auch auf dem Gobabis gegenüberliegenden Ufer des ǂNossob als mächtige Decke und bildet dort die sogenannte „Düne" mit dem Spitzkopf, an dessen Fuß im Jahre 1896 *v. Estorff* die Kauashottentotten schlug. Gobabis selbst liegt jedoch auf sandfreier Fläche, indem sich der Sand nördlich des Orts herumzieht. Auch der Nikodemusberg ist nicht mit Sand bedeckt.

Auf der sandfreien Fläche entspringen östlich und westlich des Forts von Gobabis Quellen, die dicke Kalktuffbänke abgesetzt haben. Auch im Hof des Forts selbst hat man mit Erfolg einen Brunnen gegraben, der gutes und reichliches Wasser gibt.

Die Sohle des ǂNossobbettes ist 10—20 m breit und enthielt im November 1897 eine dünne, nicht immer zusammenhängende Wasserader und Pfützen. Der Boden besteht aus Sanden und Geröllen. Eine verhältnismäßig üppige Vegetation, besonders von Mega-Akazien, gedeiht innerhalb der Wasserrinne und verleiht dem Flußbett einen hohen landschaftlichen Reiz für den, dessen Auge seit Monaten nur die trockene Steppe erblickt hat.

Am 15. November trat ich die Rückreise von Gobabis an und erreichte auf demselben Wege, auf dem ich gekommen, Rietfontein in 8 Marschtagen am 23. November, ohne wesentlichen Zwischenfall.

Profil I. Gobabis. (Blatt 17, Fig. 18.)

Untere Ngamischichten.

a) Vorwiegend rote quarzitische Sandsteine, Grauwacken und Konglomerate des Nikodemusberges.
b) Vorwiegend rote gebankte, z. T. grobkörnige Sandsteine und Grauwacken, überlagert von Quellkalktuff, bilden din Fläche, auf der Gobabis liegt.
c) Rote schieferige und dünnbankige Sandsteine.
d) Vorwiegend graue und schmutzig grünlichgraue Sandsteine, Grauwacken und Konglomerate.

Mittlere Ngamischichten.

e) Kalkige und kieselige Schiefer, die bis 10 cm starke Platten bilden. Ca. 50 m.
f) Klobig gebankte Kalke und Dolomite mit Chalcedonadern und -drusen, sowie gelbliche Kalkschiefer.

Obere Ngamischichten.

g) Graue, grünliche und rötliche Sandsteine und Konglomerate mit z. T. glasigem Chalcedonzement. Ca. 150 m aufgeschlossen.

Deckschichten.

h) Kalaharikalk 1 ½—2 m.
i) Kalaharisand, unten Schotter 2—3 m mächtig, oben ca. 10 m Sand.

Profil II. Gobabis. (Blatt 17, Fig. 19.)

Deckschichten.

a) Kalaharisand, ca. 10 m mächtig.
b) Schotterlager aus Sandstein und Quarz, bis walnußgroße Rollstücke, 2—3 m.
c) Kalaharikalk, wulstiger harter Sinterkalk, 1.50—2.00 m.

Obere Ngamischichten.

d) Konglomerate aus grauen und grünlichen glasigen Sandsteinen.*)
e) Rote, grobkörnige, quarzitische Grauwacken und Sandsteine.
f) Graue, grobkörnige, quarzitische Sandsteine und Grauwacken.
g) Konglomerat aus liegendem, quarzitischem Sandstein in grobkörnigem Sandstein mit bläulichen Chalcedondrusen. (Nr. 272.)
h) Gelbbraune und rote feinkörnige, tonige und glasige Sandsteine, z. T. mit Geröllen liegender Sandsteine. (Nr. 268.)
i) Grobkörnige, rote und graugrüne, z. T. glasig glänzende Sandsteine.
k) Mächtiges Riff graugrünen glasigen Sandsteins.
Völlig überschüttete Zone.

Mittlere Ngamischichten.

l) Gelblichgraue Kalkschiefer, ca. 15 m.
m) Blaugraue dickbankige Kalke und Dolomite mit Chalcedonschnüren und -drusen, ca. 20 m. (Nr. 269, 270.)
n) Blaugraue schwach verkieselte Kalkschiefer, 50 m. (Nr. 271.)

Untere Ngamischichten.

o) Rote feinkörnige, z. T. schieferige Sandsteine.
p) p¹. Rote, teils feinkörnige und schieferige, teils konglomeratische und dickbankige Sandsteine. Viele Stücke bläulichen Chalcedons, also wohl Einkieselung vorhanden.
p². Schmutzig graugrüne Sandsteine mit eckigen Stücken roten Sandsteins.
p³. Schmutzig graugrüne Sandsteine.
q) Rote dünnbankige Sandsteine.
r) Grobkörnige konglomeratische Grauwacken, ähnlich denen am Ngami.

IV. Rückblick.

A. Topographisches.

Von Rietfontein dehnt sich nach Westen hin eine weite Ebene aus, die allmählich aufsteigt. Zwischen Habakobis und Naukobis kreuzt eine niedrige, vielleicht ca. 10 m hohe Plateaustufe den Weg. Letzterer folgt bis Naukobis anscheinend einem Taleinschnitt in diesen Rand, dessen Höhe erst hinter Naukobis erreicht wird. Ungefähr 15′ westlich des ersten Randes folgt ein zweiter, ebenfalls nur ca. 10 m hoher Plateaurand mit S.W.—N.O.-Streichen. Ungefähr unter dem 20° 12′ ö. L. erreicht man das hohe Plateau von Olifantskloof. Es hat bei letzterem Ort eine Höhe von ca. 200 m. Nach Nordosten hin senkt es sich allmählich, so daß es da, wo es den Epukiro erreicht, anscheinend nur eine flache Bodenschwelle bildet. Denn nach dem Bericht von Leuten unserer Schutztruppe steigt das Bett des Epukiro ca. 32 km oberhalb Rietfontein eine flache Höhe hinauf und wird weiter oberhalb ganz unkenntlich infolge Ausflachung und Versandung.

Nach Südwesten hin steigt das Plateau dagegen höher an, so daß es zwischen Stampriet und Rooigravwater 300 m erreichen dürfte. Seine Erhebung südlich des Gaus-Tales schätzte ich sogar auf ca. 400 m. Der weitere Verlauf des Plateaus südlich dieses Tales ist nicht bekannt. Ich möchte es aber für das Natürlichste halten, daß es an der Mündung des Gaus-Tals in die Ebene scharf nach S.W. umbiegt in direkter Verlängerung des Randes zwischen Olifantskloof und Dabis, wo das allgemeine Streichen nach 50°, also parallel der Kaffrariarichtung verläuft.

---

*) Die „glasigen Sandsteine" dürften durchweg eingekieselte Chalcedonsandsteine sein.

Die hydrographischen Verhältnisse sind folgende. Der Plateaurand wird von zahlreichen Schluchten durchfurcht, die freilich alle nur einen sehr kurzen Verlauf haben. Nur das Tal von Gans ist verhältnismäßig lang und tief und hat eine ebene Talsohle. Zwischen Dabis und dem Gaus-Tal tritt der Plateaurand zurück, so daß eine Bucht nach Norden hin eingreift, in die die Schluchten von Dabis, Rooigravwater, Stampriet und andere einmünden. Nur einen größeren Fluß gibt es, das System des ǂNossob, der sich bei Gobabis ein 25—30 m tiefes Bett gegraben hat. Dem östlichen Teil des ²Oasplateaus fehlen Flußbetten. Dort dehnt sich eine weite, leicht gewellte Ebene aus, die sich nach Norden hin anscheinend zum Oberen Epukiro senkt und nach Nordosten in die weite Ebene der Kalahari übergeht.

Die weite Ebene südlich des Plateaus gehört teils dem südlichen, teils dem mittleren Kalaharibecken an.

Der Plateaurand gehört verschiedenen Flußgebieten an. Die Schluchten östlich von Sandfontein bilden das Quellgebiet des Okwaflusses, gehören also zum Gebiet des abflußlosen Makarrikarribeckens. Der Dabisfluß soll dagegen bereits mit dem von Gans kommenden Flußbett zum ǂNossob gehen, gehört also dem Oranjesystem und Atlantischen Ozean an. Die Zone tiefen Sandes zwischen Dabis und Sandfontein bildet also wohl die Wasserscheide zwischen letzterem Ozean und dem abflußlosen Gebiet, also auch die Grenze zwischen der südlichen und mittleren Kalahari.

B) Die geologischen Verhältnisse.

1) Das Grundgestein.

Das Grundgestein der Ebene westlich von Rietfontein und des ²Oasplateaus besteht aus Chanseschichten. Zwischen ²Oas und Gobabis tritt jedoch ein Wechsel ein, indem vielleicht bereits östlich von ²Kuikus Ngamischichten beginnen.

a) Die Chanseschichten.

Die Chanseschichten bestehen zum weitaus größten Teil aus den bekannten rötlichen und grauen, dichten, kalkhaltigen Grauwacken, die z. T. reich an Muskovitschüppchen sind. Eingelagert sind lokal graue, an Muskovit reiche Sandsteine und Grauwackensandsteine, sowie rote Schiefertone. Adern und Gänge von weißem Quarz mit Eisenglanztafeln sind überall häufig. Die Lagerung der Chanseschichten ist wechselnd. Bei Rietfontein streichen sie nach 50°, östlich des Plateaus nach 90°. Auf dem Plateau selbst liegt die Streichrichtung im allgemeinen zwischen 80—90°. Nur lokal tritt eine Abweichung um 10°, also bis 70°, resp. 100° ein. Wichtig ist die Tatsache, daß das Streichen der Schichten mit dem des Plateaurandes nicht übereinstimmt. Letzteres ist nämlich 50°, also parallel dem von Rietfontein und Gobabis. Nur die Richtung des Gaus-Tals fällt genau mit dem Streichen der Schichten zusammen.

Die Zerklüftung ist überall sehr energisch. Sehen wir von Rietfontein ab, so läuft die transversale Klüftung stets parallel dem Schichtstreichen, also im allgemeinen 80—90° (Kaprichtung). Außerdem ist vielfach eine deutliche Spaltung nach der vom Chansefeld her bekannten Richtung von 350° zu beobachten (Lehomberichtung).

Bezüglich des Einfalls der Schichten hat man zwei Zonen zu unterscheiden. Im Gebiet von Olifantskloof und Sandfontein fallen sie mit 20—30° nach Norden, von Dabis westlich aber mit dem gleichen Winkel nach Süden ein. Zwischen Dabis und Sandfontein fehlen Beobachtungen. Während der Einfallswinkel der Schichten nur mäßig ist, setzen die Klüfte alle ziemlich saiger in die Tiefe.

b) Die Ngamischichten.

Die Ngamischichten bestehen aus Sandsteinen, Konglomeraten, Grauwacken, Kieselschiefern, Kalken, Dolomiten und Kalkschiefern. Sie erreichen eine bedeutende Mächtigkeit, die bei Gobabis 1500—2000 m erreichen mag. Man kann sie in drei Stufen einteilen.

1) Untere Ngamischichten, aus Konglomeraten, Sandsteinen und Grauwacken, die untereinander abwechseln. Bemerkenswert ist es, daß die Konglomeratbänke häufig Gerölle von liegenden Sandsteinen und Grauwacken enthalten. Sie sind anscheinend aus Umarbeitung z. T. von Granit, z. T. von Chansegrauwacken hervorgegangen und letzterer oft ähnlich. Sie bilden den größten Teil der Formation, indem sie 1300—1800 m mächtig sind.

2) Mittlere Ngamischichten, hauptsächlich Kalke, Dolomite und Kalkschiefer. Obwohl nur gegen 80 m mächtig, ist diese Formation als Leithorizont in dem unentwirrbaren Chaos von Sandsteinen und Konglomeraten doch von der allergrößten Wichtigkeit.

3) Obere Ngamischichten, bestehen wiederum aus Sandsteinen und Konglomeraten, die z. T. ein glasiges Chalcedonzement haben, wodurch sie eine große Ähnlichkeit mit Gesteinen der Botletleschichten erhalten.

Die Ähnlichkeit aller dieser Schichten mit den Ngamischichten am See ist so groß, daß man beide Formationen unbedenklich miteinander vereinen kann. Sehr wertvoll war es, bei Gobabis in einem durchgehenden Profil die am See durch Kombination gefundene Gliederung bestätigt zu finden.

Bemerkenswert ist die gewaltige Entwicklung der Unteren Stufe bei Gobabis. Ob diese am See eine ähnliche Mächtigkeit besitzt, ist nicht bekannt. Ist das der Fall, dann würde in dem Okavangobecken eine mächtige Scholle von Ngamischichten liegen, von der nur die äußerste Randpartie in Form zersplitterter Schollen sichtbar ist.

Die Lagerung der Ngamischichten bei Gobabis ist folgende. Das Streichen verläuft von S.W. nach N.O., die Schichten fallen mit ∢60° nach Südosten ein. Von allergrößter Wichtigkeit ist die Tatsache, daß transversale Klüftung, die die Gesteine der Chanseschichten so hochgradig beeinflußt, innerhalb der Ngamischichten nicht zu beobachten ist. Daraus kann man schließen, daß letztere jünger sind als erstere, und dem entspricht auch meist der allgemeine petrographische Habitus.

Die Ngamischichten setzen sich nach Osten hin anscheinend bis über ²Kuikus hinaus fort. Die quarzitischen Sandsteine und Grauwacken, die bei ²Kuikus und in der ersten Pfanne östlich dieses Orts auftreten, scheinen den Unteren Ngamischichten anzugehören. Da sie indes nur in einzelnen Blöcken zu beobachten sind und die Gesteine beider Formationen einander z. T. ähnlich sind, so ist ein Irrtum meinerseits nicht ausgeschlossen. Die Grauwacken, die den Boden der Kalkpfanne zwischen ²Kuikus und ³Oas bilden, sind dagegen zweifellose Grauwacken und Grauwackensandsteine der Chanseschichten.

Ist die genaue Lage der Grenze zwischen Ngami- und Chanseschichten nicht mit Sicherheit zu ziehen, so ist ihr Verlauf noch problematischer. Sie dürfte aber einer Verwerfung entsprechen, die beide Formationen auf das gleiche Niveau gebracht hat.

2) Die Deckschichten.

Die Deckschichten nehmen hier, wie in der ganzen Kalahari, den größten Teil der Oberfläche für sich in Anspruch.

a) Die Botletleschichten.

Die Botletleschichten wurden unweit ³Oas am Wege nach Gobabis mit Sicherheit beobachtet. Es sind typische, eingekieselte Chalcedonsandsteine,

teils mit glasig glänzendem, teils mit amorphem, weißem Zement. Sehr interessant ist das Auftreten von Breccien aus eckigen Stücken von Quarz und Chansegrauwacke, die sehr wohl als alter Schutt aufgefaßt werden können, der von Chalcedonsandstein verkittet worden ist. Ihre Oberfläche ist in Laterit verwandelt. Dieser Befund erklärt nun auch in befriedigender Weise das Auftreten der zahlreichen Lateritschollen mit zersetzten Sandsteinstücken sowohl auf dem Plateau, wie an seinem Fuße. Sie sind hier, wie überall sonst in der mittleren Kalahari, Reste von Botletleschichten, die bis auf den unverwüstlichen Brauneisenstein zerstört worden sind. Quarzbrocken, die denen der Breccien von ²Oas gleichen, sowie total zersetzte Sandsteinbrocken, die man noch in den Lateritmassen findet, sprechen lebhaft für solche Auffassung. Nirgends findet sich aber das geringste Anzeichen dafür, daß die Grauwacken der Chanse- und Ngamischichten in Laterit umgewandelt worden seien. Demnach glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich die Lateritschollen als Reste von Botletleschichten auffasse.

Die zelligen Brauneisensteine sind eine zu auffallende Erscheinung, als daß sie der Beobachtung entgangen wären. Die Leute der Truppe, wie die Ansiedler, kennen sehr wohl diese „geschmolzene Lava". Sie soll sehr weit nach Westen hin verbreitet sein und ganz besonders bei Witvley in ausgedehnten Massen auftreten. Es sind dieses die Konglomerate mit Brauneisenstein, die *Fleck* (Mitt. a. D. Schutzg. 1893. S. 39) besonders aufgefallen sind und die nach seinen Beobachtungen noch auf Manasses Gebiet auftreten. Welche Gesteine innerhalb des ǂNossobtals zu den Oberen Ngamischichten und welche zu den Botletleschichten gehören, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Ein Teil der Gesteine im Bereich der Oberen Ngamischichten ist sicher nicht mehr anstehendes Gestein, sondern sekundär eingekieselter Schutt, also Botletlegestein.

Die Chalcedonsandsteine von ²Oas entsprechen den eingekieselten Chalcedonsandsteinen des Ngami, Botletle und des Chansefeldes, während Pfannensandsteine nicht beobachtet wurden.

b) Der Kalaharikalk.

Kalaharikalk tritt nicht so allgemein, wie im Chansefeld auf. Er ist im wesentlichen auf zwei getrennte Gebiete beschränkt, einmal um Habakobis herum, sodann östlich von Gobabis.

Das Gesteinsfeld von Habakobis gleicht ganz und gar den Kalkgebieten des Chansefeldes. Hier und da tritt das Grundgestein — typische Chansegrauwacke — zutage, bedeckt von Rinden oder Fladen harten Sinterkalks mit Sinterstruktur. Brocken, Blöcke, zusammenhängende Flächen von Sinterkalk kommen ferner unter dem Decksand zum Vorschein. Auch eine in hartem Sinterkalk liegende Laagte fehlt nicht. Die Pfanne von Habakobis selbst gleicht so manchen Pfannen des Chansefeldes. Grauwacke bildet den Boden, harter Sinterkalk die Umrandung, während der früher wohl vorhanden gewesene Kalktuff vollständig verschwunden ist. Bei der geringen Tiefe der Pfanne — 1—2 m — wäre eine solche totale Zerstörung nicht auffallend, zumal der Tuff anscheinend wenig Gerölle enthalten hat. Die Hohlform in den Grauwacken unter der Kalkpfanne ist sehr gut zu beobachten.

Mit dem Kalkbezirk von Habakobis steht vielleicht die große Kalkpfanne von Kalkfontein in direkter Verbindung. Sie liegt ungefähr 3 Reitstunden (20—25 km) südsüdwestlich von Rietfontein und soll eine Kalkpfanne mittlerer Größe sein. Meine Absicht, sie im Mai 1897 von Rietfontein aus zu besuchen, schlug leider fehl, weil die Pferde der Polizeitruppe nicht rechtzeitig eintrafen. Ein alter Fahrweg der Buren verbindet Kalkfontein sowohl mit Habakobis, als mit Rietfontein.

Das zweite Kalkgebiet liegt auf der Hochfläche zwischen Gobabis und ²Oas. Der ersten Kalkpfanne begegnen wir in einer mit Gras bedeckten Senkung

ca. 10 km vom Plateaurand einwärts. Fernerhin tritt Kalk nur lokal zutage, scheint aber in der Umgebung von Gobabis eine geschlossene Decke zu bilden. Es ist typischer, harter Sinterkalk in wulstigen Massen, Kuchen und Fladen mit Rinden und Sinterstruktur.

Eigenartig sind die Kalkpfannen daselbst. Die zwischen ²Knikus und Gobabis gelegene ist lediglich eine mit Sinterkalkgeröll bedeckte, leicht eingesenkte Schale, deren Bau nicht weiter aufgeschlossen ist. Die andere Pfanne dagegen zeigt in einem Brunnenloch folgenden Bau. Unter einer ca. 30 cm dicken Platte aus hartem Sinterkalk liegt hier eine weiche Kalkerde mit Kalkgeröllen auf Grauwackenboden. Der Unterschied gegen die Pfannen des Chansefeldes ist deutlich. Statt des Sinterkalkrandes und der Tuffausfüllung geht der Sinterkalk als Decke über die Vertiefung des Untergrundes hin und verhüllt in der Tiefe nicht erhärtete Kalkerde. Nach einer persönlichen Mitteilung von Herrn Stabsarzt a. D. Dr. *Sander* sollen die Kalkpfannen des Damaralandes vorwiegend solchen Bau besitzen.

c) Der Quellkalktuff.

Von der Sinterkalkdecke gänzlich zu trennen sind die Kalktuffvorkommen am Steilrand des Plateaus und an den Gehängen der Täler. Diese sandigen, mürben Kalktuffe sind lediglich Absätze aus Quellen, die aus den kalkreichen Grauwacken hervorbrechen, resp. hervorgebrochen sind. Es sind Bildungen, die bis in die allerjüngste Zeit hinein dauerten und teilweise noch heute stattfinden mögen. Der Kalk, der unter dem Sand liegt, ist dagegen eine alte, längst abgeschlossene Bildung einer früheren Periode.

d) Der Kalaharisand.

Während die Gesteine nur als Inseln oder in kleinen Schollen zutage treten, nimmt der Kalaharisand den weitaus größten Teil des Landes ein. Er ist da, wo er in reiner Form auftritt, mittelkörnig, mit ziemlich viel staubigen Partikeln. Nur einmal, bei Gobabis, verwandelt sich der Sand im Liegendsten in eine Schotterschicht, die den Kalabarikalk bedeckt. Man kann zwei Formen des Kalaharisandes unterscheiden:

α) grauen Sand, der ziemlich viel staubige, humose Bestandteile enthält, und zwar von trockenem, mulmigem Humus. Er bildet weite Ebenen in Niederungen, die mit Vorliebe von Grasflächen eingenommen werden. Bäume und Sträucher stehen hier nur lokal.

β) roten Sand. Die einzelnen Sandkörner sind mit dünnen Eisenoxydhydratrinden überzogen, die staubigen Partikel sind weniger reichlich und nicht so humoser Natur, wie im grauen Sand. Er bildet welliges, mit typischem Kalaharibusch dicht bedecktes Land.

In dem vorliegenden Gebiet tritt der graue Sand nur an einer Stelle in größerer Ausdehnung auf, nämlich zwischen Rietfontein und Ilabakobis. Zunächst begleitet den Epukiro ein Streif roten, mit Buschwald bedeckten Sandes, dann aber beginnt eine weite Ebene grauen Sandes mit offener Grasfläche, die mit dem Auftreten von Gesteinsschollen in das Decksandgebiet von Habakobis übergeht.

Sonst tritt der graue Sand nur sporadisch auf, der rote Sand herrscht weit und breit. Er begleitet den Epukiro, er bedeckt die Stufe westlich Naukobis und das Plateau von ²Oas.

Das Sandfeld des Tieflandes und des Plateaus sind nur im Bereich des Steilrandes scharf getrennt, weiter nordöstlich gehen sie ineinander über. Nach dieser Richtung hin senkt sich nämlich der Rand. Er wird schließlich von dem Sand überflutet, und beide Sandfelder vereinigen sich. Der Epukiro oberhalb Rietfontein verläuft bereits innerhalb des geschlossenen Sandfeldes.

e) Der Decksand.

Im Gegensatz zum reinen Kalaharisand enthält der Decksand Bestandteile des Untergrundes. Von dem hauptsächlich aus Verwitterungsprodukten bestehenden Boden bis zu dem nur wenige Gesteinsbrocken enthaltenden Sande sind alle Übergänge zu bemerken. Hier haben wir nur ein größeres Decksandgebiet, nämlich das von Habakebis. Grauwacke und Kalaharikalk treten in Brocken, Blöcken und selbst geschlossenen Massen hier zutage, ganz wie im Chansefeld. Welche Ausdehnung der Decksand hat, ist nicht bekannt. Vielleicht gehört ihm aber noch die Pfanne von Kalkfontein an.

Auf dem Plateau nimmt der Kalaharisand häufig die Form von Decksand an, allein so lokal, daß er auf der Karte nicht mit besonderer Farbe gekennzeichnet ist. Namentlich am Plateaurand, wo der Sand gegen das Grundgestein endet und nur geringe Mächtigkeit besitzt, hat er fast überall auf kurze Entfernung hin den Charakter des Decksandes.

Äußerlich dem Decksand in mancher Beziehung ähnlich sind die Sand-, Grand- und Kiesablagerungen, die sich mit Unterbrechungen am Fuß des Plateaus hinziehen. In mannigfaltigem Wechsel folgen sich hier die verschiedenartigsten Ablagerungen. Einmal beobachtet man Strecken, in denen Grauwacke ansteht und der Boden wesentlich aus den mit Stücken von Grauwacke und Quarz erfüllten Verwitterungsprodukten besteht. Durch Zunahme von Sand geht dieser Boden über in Decksand. Innerhalb der Grauwackenrücken liegen Kessel, die mit grauem bis rötlichem, lehmigem Sand erfüllt sind. Dagegen überflutet oft mittelkörniger roter Sand die flachen Gesteinsgehänge. Er ist vom Kalaharisand nicht zu unterscheiden, geht aber innerhalb der Ebenen in Grand und Kies aus groben Quarz- und Grauwackenstücken über. Sand, Grand und Kies bilden besonders zwischen Sandfontein und Dabis flache Wellen und Hügel.

Die Flußbetten, die von dem Gebirgsrand herabkommen, sind mit Geröllmassen erfüllt. In der breiten Niederung des Dabis-Flusses und des Gaus-Tales sind alluviale Sande, Lehme und Geröllager in erheblicher Mächtigkeit und Ausdehnung zu finden.

Folgerungen.

1) Der Aufbau des Grundgesteins zeigt eine ähnliche Eigentümlichkeit wie im Chansefeld. Dort geht das Streichen nach der Chanserichtung, biegt aber plötzlich am Nordostende um. Genau so ist's im Ngamirumpf. Hier ist das Streichen das der Kaprichtung und biegt bei Rietfontein plötzlich um, und zwar folgt, wie im Chansefeld und Ngamirumpf, die Kaffrariarichtung.

Außerdem macht sich aber eine Stufenbildung nach derselben Richtung geltend. Die größte ist die des ²Oas-Plateaus, zwei unbedeutende Stufen folgen weiter östlich. Da nun die Ngamischichten nach der gleichen Richtung streichen, liegt die Vermutung nahe, daß die Stufenbildung gleichzeitig mit der Verwerfung der Ngamischichten gegen die Chanseschichten erfolgte.

2) Die Oberfläche des Grundgesteins beim Beginn der Botletleschichten.

Am Fuß des Plateaus und auf diesem sind drei Ablagerungen gleichzeitig ausgebildet, die Botletleschichten mit dem Laterit, der Kalaharikalk und der Kalaharisand. Demnach darf man recht wohl die Frage erörtern, ob die Stufe vor oder nach Ablagerung der Deckschichten entstand.

Beständen die Deckschichten aus unter Wasser zusammenhängend abgelagerten, festen Gesteinen, so wäre eine solche Annahme unabweisbar. Nun ist es aber bei dem Charakter, den die Deckschichten bisher gezeigt haben, doch möglich, daß sie gleichzeitig ober- und unterhalb der Stufe abgelagert wurden.

Bei dem Sand als Wind- oder Flußsandbildung ist eine solche Ablagerung nicht schwer verständlich, ebensowenig bei dem als Krusten entstandenen Sinterkalk und dem mürben, in lokalen Becken gebildeten Kalksandstein und -tuff. Die eingekieselten Sande und Breccien der Botletleschichten können aber erst recht lokale, in verschiedener Höhenlage entstandene Bildungen sein.

Spricht nun manches für die Existenz der Stufe vor Ablagerung der Deckschichten?

Ich glaube ja. Botletleschichten liegen bei ^{2}Oas in dem Tal auf halber Höhe des Abhangs, und zwar bestehen sie aus eingekieseltem, altem, unsersetztem Schutt und eluvialem Quarzgeröll der Chanseschichten, die wohl auf einem alten Abhang lagen. Sie dürfen wohl kaum als verworfene, zwischen Grauwacken eingekeilte Schollen aufgefaßt werden. Demnach bestand hier bereits eine Vertiefung, in der Schutt lag. Im ǂNossobtal sind innerhalb der Flußrinne die Ngamikalksteine nicht nur verkieselt und die oberen Ngamischichten eingekieselt, sondern die Oberfläche letzterer bestand auch aus ohne chemische Zersetzung mechanisch aufgelockertem Gestein, ja war sogar zu Schutt zerfallen. Demnach muß auch hier bereits eine Vertiefung existiert haben.

Aus diesen Verhältnissen kann man zusammen mit denen am Epukiro und Okwafluß schließen, daß die Täler bereits bis zu einem gewissen Grade entwickelt gewesen sind. Dann dürfte aber auch die Stufe schon existiert haben.

Es ist ja auch viel wahrscheinlicher, daß sie alt ist, als daß im Herzen des Kontinents in allerjüngster rezenter Zeit, ohne sonstige Spuren gebirgsbildender Tätigkeit, eine 300—400 m hohe Stufe entstanden sein sollte.

3) Die Wüstenperiode.

Auch hier finden wir deutliche Anzeichen für eine sehr trockene Periode vor Beginn der Botletleschichten in dem durch mechanischen Zerfall entstandenen, unzersetzten Schutt. Auch hier sind flache Mulden in das harte Grundgestein eingesenkt — z. B. die Pfannen von Habakobis u. a. —, die recht wohl durch Windwirkung, aber kaum durch andere Kräfte erklärt werden könnten.

4) Die Periode der Botletleschichten.

Die erste Periode, die der Einkieselung der Chalcedonsandsteine, die ja auch die Ngamischichten verändert hat, ist sehr klar erkennbar, dagegen nicht die zweite und dritte Periode, nämlich die der ersten Kalkablagerung und der nachträglichen Verkieselung. Statt dieser beiden findet man eine andere scharf ausgeprägte Periode, die der Lateritbildung. Es handelt sich um zelligen, aus dem Chalcedonsandstein entstandenen Brauneisenstein, in den, soweit erkennbar, stets nur Chalcedonsandstein der Botletleschichten, niemals Gesteine des Grundgerüstes verwandelt worden sind. Solche Bildungen weisen aber bekanntlich auf ein feuchtes tropisches Klima hin! Das ist gewiß eine sehr überraschende Erscheinung, die auf berechtigten Unglauben stoßen muß. Ich gebe zu, daß die Aufschlüsse hier nicht sehr klar sind. Behalten wir aber einmal das höchst interessante Problem im Auge.

Die Zerstörung der Botletleschichten vor Ablagerung des Kalaharikalks ist auf dem ^{2}Oasplateau recht gut nachweisbar. Die vereinzelten Schollen von Laterit sprechen aufs deutlichste dafür. In Vertiefungen sind sie erhalten geblieben, und zwar meist nur der schwer zerstörbare Laterit mit zersetztem Sandstein. Ob die Lateritschollen am Fuß der Plateaustufe überhaupt auf primärer Lagerstätte ruhen oder von der Plateauhöhe herabgeschwemmt worden sind, ist eine offene Frage. Letzteres wäre nicht unmöglich. Denn die bisher gefundenen Lateritblöcke sind nicht sehr umfangreich — höchstens kopfgroß —, und die Grande und Kiese am Fuß des Plateaus enthalten viel Brauneisensteingrus.

5) Der Kalaharikalk.

Eine Periode höherer Niederschläge setzt mit dem Kalaharikalk ein. Bemerkenswert ist die örtliche Verbreitung des Kalks. Auf dem ²Oasplateau tritt er erst in der Nähe von Gobabis auf, der Randzone der Hochfläche fehlt er absolut, ebenso der Böschung und der Ebene an ihrem Fuß. Erst erheblich weiter östlich, am Rande der nächstfolgenden Stufe, wurde Kalk in Brocken beobachtet. Breite Flächen bildet er aber erst im Habakobisfeld.

Wie mag eine solche Verteilung zu erklären sein? Warum fehlt gerade der Stufe und ihrer Umgebung der Kalk? Es ist doch recht zweifelhaft, ob die heutige Verbreitung der ursprünglichen entspricht. Sollte nicht der Kalk im Bereich der Stufe erodiert worden sein, ebenso wie die Botletleschollen wohl nur noch Reste einer einst ausgedehnteren Decke sind? Eine solche Zerstörung konnte durch Regenwasser erfolgen, das die Stufe herabstürzte und naturgemäß gerade in deren Bereich große Zerstörungskraft besitzen mußte. Sprechen andere Beobachtungen für solche Auffassung?

Ihrem Charakter nach sind die Kalke vorwiegend Rinden- und Sinterkalke, die das Grundgestein als mäßig dicke Schicht überziehen. Zwischen Habakobis und Rietfontein dürfte unter der Grasebene dagegen mürber Kalksandstein liegen.

Von großem Interesse sind die **Kalkpfannen** auf dem Plateau, von denen eine durch ein Brunnenloch aufgeschlossen war. Sie gehören einem Typus an, der nach den Mitteilungen von Herrn Stabsarzt Dr. *Sander* und anderen Kennern, z. B. *E. von Üchtritz*, gerade im östlichen Damaraland verbreitet sein soll, im Chansefeld aber nur einmal angetroffen wurde, nämlich zwischen ³Neits-e und ²Kehautsa W. (S. 275).

Sie bestehen nämlich lediglich in einer weichen erdigen Kalktuffmasse, die eine Vertiefung im Grundgestein in einige Meter mächtiger Schicht ausfüllt und von einer harten Oberflächenbank bedeckt wird. Letztere schützt den weichen Tuff, der oft so wasserreich ist, daß man nach dem Durchbrechen der Oberflächenbank reichlich Wasser in dem Brunnenloch erhält.

Über die Entstehung dieser Art von Kalkpfannen sind wir noch nicht orientiert. Ist der weiche Tuff lediglich effloreszierter fossilleerer Kalk und die Oberflächenbank eine sekundäre „Kalkkruste“, oder ist er eine „Seekreide“ mit Diatomeen, Schwammnadeln und Mollusken, und welcher Art ist im letzteren Fall die Entstehung der Oberflächenbank? Ist es eine durch Austrocknen, Effloreszieren und wiederholte Auflösung und Abscheidung gebildete sekundäre Bank oder ein primärer Sinterkalk, der sich vom Rande des Seebeckens her, während der Austrocknung der Teiche, unter dem Einfluß von Rieselwässern, vielleicht mit Beteiligung von Algenpolstern, über den Kalkschlamm vorschob? Nur eine genauere vergleichende Untersuchung der Kalkproben kann Aufschluß geben.

Von größtem Interesse ist ihr Alter. Der Pfannensandsteinzeit scheinen sie nicht anzugehören, da jede Spur von Verkieselung fehlt. Demnach dürften sie aus der Kalaharikalkzeit stammen.

Warum fehlt aber diesen Pfannen ein Tuffkrater? Stammen sie aus einer Zeit, wo die heutige afrikanische Säugetierwelt noch nicht in diesen Gegenden existierte, also auch keine Tuffkrater entstehen konnten? Oder sind Gründe erkennbar, warum die Tiere im Damaraland sich nicht an solchen Pfannen ansammelten, etwa, weil sie an den Flußläufen und Quellen im Gebirge bessere Wasserplätze und Weiden hatten? Gibt es Pfannen in jener Gegend, in denen über der harten Oberflächenbank einer „Seekreidebildung“ noch einmal weicher Kalktuff liegt, wie er die Pfannen des Chansefeldes erfüllt, und wird damit eine doppelte Periode der Kalktuffbildung bewiesen, die wir im Chansefeld vermutet haben? Die erste Tuffbildung stammte dann wohl aus der Zeit des Kalaharikalks, die zweite aus der des Kalaharisandes.

Diese Andeutungen werden zeigen, welch' interessante Fragen sich an das Studium der Kalkpfannen des Damaralandes knüpfen.

6) Der Kalaharisand.

Für die Beurteilung des Kalaharisandes und seiner Entstehung sind vor allem zwei Momente maßgebend.

a) Die Anhäufung an den Ufern der großen Flußbetten.

b) Die Schotterlager im Liegenden.

a) Daß der rote Sand in Form wallartiger Anhäufungen den Epukiro begleitet, sahen wir bereits. Am ǂNossob schwillt er zu bedeutender Höhe an und hat auf dem Ostufer eine Breite von mindestens 4 km. Ebenso, und vielleicht noch breiter ist er auf dem Westufer, wo sein wohl 10—15 m hoher Abhang „die Düne" genannt wird. Daß er sich auch hier, auf dem Weg nach Seeis, als breiter Streif ausdehnt, geht aus allen Mitteilungen, die mir gemacht wurden, speziell auch aus den Beobachtungen Herrn Dr. *Sanders*, deutlich hervor. Diese Sandwälle können nur als Flußablagerungen aufgefaßt werden, und ihre Entstehung setzt gewaltige Fluten voraus.

b) Daß tatsächlich reißende Fluten bestanden haben müssen, beweist das Schotterlager unter dem Sand auf dem Ostufer. Ob es sich auf beiden Ufern in großer Verbreitung nachweisen läßt, ist freilich nicht bekannt — es wurde ja nur die eine Stelle des Ufers untersucht — das kann ich aber sagen, daß nichts an Ort und Stelle auf eine lokale Ablagerung, etwa durch einen ehemaligen seitlich einmündenden Bach, hinzuweisen schien; die Schotter machten vielmehr den Eindruck einer Ablagerung, die das Ufer des Flusses in größerer Ausdehnung begleitet. Ich glaubte sogar damals, daß das ǂNossobtal nachträglich durch Erosion entstanden sei. Jetzt bin ich anderer Ansicht. Die Schotter könnten auch bei schon bestehender Stromrinne überschwellenden, allseitig das Land überflutenden Wassermassen ihre Entstehung verdanken.

Gab es aber derartige Fluten, vielleicht periodisch während jeder Regenzeit, so müssen sie bei der bestehenden Höhenlage die Hochebene weit und breit überschwemmt haben. Dann müssen enorme Ströme in den Tälern und Schluchten des ǂNossobgebiets, des vielverzweigten ²Oastals und in den Wasserrissen des Plateaurandes hinabgestürzt sein.

Sind dafür Anzeichen vorhanden?

Ich möchte diese Frage bejahen. Wir sahen, daß die Ostseiten der Berge des Ngamirumpfes, der ¹Audji, der Hainahügel in ganz auffallender Weise von tiefem Sand verhüllt werden, der sich an den Gehängen emporsdrängt — anscheinend eine Wirkung der östlichen Winde. Am ²Oasplateau finden wir wenig der Art. Im Gegenteil, auf weite Flächen hin ist der Boden wie glatt gefegt oder nur mit grobem Kies und eluvialen Verwitterungsprodukten bedeckt. Kies, Grande, grobe Sande bilden unruhige Hügel und Rücken mit eingesenkten Kesseln und beginnen mit Vorliebe erst in einem Abstand von mehreren Kilometern von dem Plateaurand als unregelmäßig aufgehäufte Massen. Wind kann so grobes Material nicht zusammengefegt haben und hätte es auch nicht in dieser Form angehäuft, sondern in breiter Masse gegen die Böschung getrieben, wie den Sand an den andern Bergen. Dagegen konnte von dem Plateau herabstürzendes Wasser sehr wohl Grande und Kiese in der Weise und an der Stelle anhäufen, wie und wo wir sie jetzt finden. Auch die Kesselbildungen sind dann als Kolke erklärlich.

Das Fehlen des Kalaharikalks im ganzen Bereich der Stufe könnte, wie wir sahen, gleichfalls durch derartige Wassermassen erklärt werden.

7) Jüngere Ablagerungen.

Nicht überall fehlt feiner Sand am Fuß der Plateauböschung. Wo Flußbetten herabkommen, die vom Plateau Sandmassen herabgebracht haben, sind die Fluß-

Sande nach Westen hin verweht worden und können beträchtliche Anhäufungen bilden. So steigt z. B. eine flache Böschung tiefen, rötlichen Sandes, die mit Mochononobusch bedeckt ist, vom westlichen Ufer des Dabisflußbetts gegen das Plateau auf, von dem breiten, sandigen, vegetationslosen Flußbett ausgehend. Das sind aber sichtlich sekundäre Bildungen, die mit der primären Verteilung des Sandes am Schluß der Kalaharizeit wohl nichts zu tun haben.

Noch in anderer Beziehung ist die nachträgliche Wirkung der östlichen Winde erkennbar, nämlich in der Lagerung des Sandes am Plateaurand. Derselbe tritt ja nicht dicht an den Rand heran, sondern läßt einen Streifen von einigen hundert Metern frei. Mindestens liegt er innerhalb dieser Zone in sehr geringer Mächtigkeit als Decksand.

Solche Sandbildungen stammen also aus einer Zeit, als die Niederschlagsmenge zwar im Rückgang begriffen, aber doch viel bedeutender als heutzutage war. In der gleichen Periode bildeten sich die heutigen Quellkalktuffe, Absätze aus Quellen, die aus den Chansegrauwacken hervorbrachen. Die meisten Quellen sind heutzutage versiegt, und selbst diejenigen, die noch Wasser enthalten, wie in Gobabis, ²Oas, Olifantskloof u. a. sind gegen die Vorzeit viel wasserärmer geworden. Sehr wichtig ist der Umstand, daß die Grauwacken, aus denen der Kalk fraglos stammt, recht frisch und unverwittert aussehen — eine Beobachtung, die darauf hinweist, daß der Sinterkalk der Gesteinsfelder recht wohl aus den anscheinend unzersetzten liegenden Grauwacken stammen könnte.

Eine andere interessante Erscheinung verlangt noch Erklärung, nämlich die Kessel der Sandebene, die bis auf das Grundgestein herabgehen. Sie finden sich auf dem ²Oasplateau und in dem tief gelegenen Sandfeld. Wie sind diese seltsamen Bildungen entstanden?

Zunächst leuchtet ein, daß sie durch die heutzutage wirkenden Kräfte nicht gebildet worden sein können. Strudelndes Wasser fehlt, der Wind aber hat in dem dichtbewachsenen Gebiet bei tiefgehenden Baumwurzeln keine Kraft, um solche Löcher auszuwirbeln. Sie stammen also aus früherer Zeit. Mehr wage ich zunächst nicht mit Sicherheit zu sagen. Wasserfluten können solche Kolke bilden, in Wüsten gehen aber Windtrichter bis auf das Grundgestein hinab. Demnach können die Kessel ihre Entstehung den hier vermuteten Wassermassen verdanken oder auch dem Wind, der ja die abgelagerten Flußsande ausbreiten und zusammenjagen konnte, solange sie nicht bewachsen waren. Ablagerung als Flußsand schließt eben eine energische Beeinflussung der Sande durch den Wind nicht aus und erklärt wohl die verschiedenartigen bekannten Verhältnisse des Kalaharisandes, die teils auf Wasser-, teils auf Windwirkung hinweisen.

So kommen wir denn immer wieder zu der Vorstellung zurück, daß der Kalaharisand in erster Linie dem Wasser seine Ausbreitung verdankt, und zwar schnellfließendem Wasser. Die Periode des Kalaharisandes muß eine Zeit gewaltiger Niederschläge gewesen sein, die weite Strecken des Landes vorübergehend mit tosenden Fluten bedeckten. Ich gestehe ganz offen, daß ich mich mit allen Kräften gegen solche Vorstellung gewehrt habe, und daß es mir jetzt noch ganz seltsam wird, wenn ich es versuche, mir eine Vorstellung von dem Aussehen des Landes in jener Zeit zu machen. Allein die verschiedenartigsten Erscheinungen in verschiedenen Gegenden der Kalahari sprechen zu deutlich für solchen Wasserreichtum.

Wir stehen hier den großartigen Äußerungen der Pluvialzeit mit demselben Gefühl des Staunens und der Unfaßbarkeit gegenüber, wie in unserer Heimat der gleichalterigen Glazialzeit und ihrem nordischen Inlandeis im Herzen Deutschlands.

Kapitel XXI.

Das westliche Okavangobecken.*)

Über das Gebiet westlich des Ngamisees haben bisher die verschiedenartigsten Vorstellungen geherrscht, und die Karten zeigten dementsprechend ganz abweichende Verhältnisse.

Baines und *Chapman* sind im Januar 1862 von Kubi aus nach N.W. vorgedrungen. Sie passierten ein großes Tal, das Uniontal, dann ein zweites, das sie nicht benannten und das daher ganz unberücksichtigt blieb, und drittens das große „Belltal". Noch weiter westlich zeigen die Karten in der Verlängerung des Belltals ein viertes Tal, das sogenannte Norton Shaw-Valley. Das Verhältnis der beiden Täler blieb durchaus unklar. Es war fraglich, ob verschiedene Täler vorlagen oder nicht. Die Darstellung auf den verschiedenen Karten war dementsprechend wechselnd. *Schinz'* Reisen machten uns nun mit einem fünften Tal bekannt, dem Apato, das sich vom großen Omuramba u Omatako abzweigt. Nichts war natürlicher, als dieses Flußbett mit dem Norton Shawtal und Belltal zu einem großen Flußbett zu vereinigen, das zum Ngamisee hinging. Diese Auffassung bringt die Karte von *Perthes* und *Schinz*, während die *Langhans*'sche zwischen dem Norton Shaw- und Belltal eine Wasserscheide aufweist, entsprechend der Darstellung von *Baines* und *Chapman*.

Gehen wir zunächst an die Darstellung der verschiedenen, dem Leser bereits bekannten Touren in dem Gebiet dieser Flußbetten und dem westlichen Okavangobecken.

I. Über die Groot Laagte nach ¹Gam.

Am 16. Dezember 1897, nachmittags 4 Uhr, verließ ich mit dem Buschmann ²Koschep, einem Buschmannjungen, einem Packesel, der mit Trinkwasser beladen war, und meinem Reitochsen die Pfanne von Chause. Nach dem Passieren des Kalkgerölls folgten wir dem alten Wagenweg, der nach der Groot Laagte und ¹Gam führte. Wälle von Grauwacke, Grauwackenland mit Decksand und hartem Sinterkalk hielten bis ca. 9 km jenseits Chause an. Eine kleine Kalkpfanne und mehrere Sandpfannen wurden passiert. Allmählich wurde aber alles Gestein von rötlichem Sand überwältigt, der selbst wiederum bald grauem, humosem Sand Platz machte. Mit dem Beginn desselben verändert das Land völlig sein Aussehen. Der hohe Buschwald aus Mossu, Moloto, Mangana, Mochailechaile, Mokabi, Motswere, Vaalbüschen u. s. w. macht einer weiten Ebene von Knäuelgras Platz. Bauhinia Burkeana wächst daselbst massenhaft und bildet flache

*) Hierzu Blatt 1, 2, 8 und 18.

Buckel, aus denen die Ranken radialstrahlig herauskriechen. Bei leichtem Regen sattelten wir nach Sonnenuntergang ab, 12—13 km von Chanse entfernt.

Am 17. Dezember brachen wir früh auf. Die Grasebene mit grauem Sand hielt an, wurde aber allmählich mehr und mehr von Streifen und Inseln von dichtem Gestrüpp bis hohem Buschwald unterbrochen, der auf flachen, welligen Erhebungen aus rotem Sand wächst. Der Busch besteht anfangs aus Mochoto, später aber, sobald der rote Sand tiefer wird, herrscht Mochoneno und Mohata vor, nebst Mechailechaile und Sitsi. Der rote Sand ist tiefer, lockerer und weniger humos als der feste graue Sand der Grasflächen. Nach ca. 12 km folgte eine Zone, in der der rote Sand und der dichte Busch vorherrschen. Die Grasflächen mit dem grauen, humosen Sand bilden hier ihrerseits Inseln in jenem, und zwar in Form flacher Senkungen. Der graue Sand ist anscheinend nirgends besonders mächtig; denn wiederholt wurde in seinem Bereich in dem Auswurf aus Erdferkellöchern mürber Kalksandstein in Brocken gefunden, völlig gleich dem am Botletle. Demnach dürfte hier, wie dort, eine geschlossene Ablagerung von Kalaharikalk in der Tiefe existieren.

Etwa 42 km jenseits Chanse hören die Niederungen grauen Sandes, die immer kleiner geworden sind, ganz auf. Tiefer roter Sand bedeckt alles, und zwar steigt das Land sehr merklich nach Norden hin an. In dem Buschwald machte sich ein neuer Baum bemerkbar, den die Buschmänner ¹K a i nennen — Burkea afrikana. Er hat glatte, graue Rinde, mit eiförmigen, bläulich grünen Blättern, gefiederte Zweige und sehr weiches Holz.

Fast den ganzen Tag lang hatte es geregnet. Zwei Ruhepausen abgerechnet, waren wir ohne Unterbrechung marschiert und erst als es dunkelte, sattelten wir ab. Das Land hatte sich während der letzten Viertelstunde nach Süden hin gesenkt, und vor uns lag ein blauer Rücken, anscheinend das jenseitige Ufer der Groot Laagte. Wir hatten uns darin nicht getäuscht. Denn am 18. Dezember erreichten wir sehr bald das Tal, in das es zunächst hinabging. Die beiden Kämme der Sandgehänge haben einen Abstand von ca. 3 km. Innerhalb dieses breiten Tales ist aber die eigentliche Stromrinne eingeschnitten. Da, wo wir dieselbe erreichten, war sie ca. 60—80 m breit und hatte mehrere Meter hohe Ufer aus mürbem Kalksandstein, der an Schalen von Physa, Succinea und Planorbis reich ist.

Der Weg führte eine Strecke weit in dem Flußtal entlang und stieg dann auf das nördliche Ufer hinauf. An einem hohen Termitenbau sattelten wir auf halber Höhe des nördlichen Ufers ab.

Während des Vormittags folgte ich dem Flußbett eine Strecke weit abwärts, folgte auch ca. 6.5 km dem weiteren Wege nach ¹Gam und fand ihn überall deutlich erkennbar. Am Nachmittag kehrten wir wieder um und erreichten in voller Dunkelheit das S k o r p i o n s l a g e r, einen alten Lagerplatz unter hohen ¹Kaibäumen. Den Namen Skorpionslager gab ich ihm, weil uns am Lagerfeuer, während wir das Abendbrot kochten, nicht weniger als 6 große Skorpione und eine Tarantel einen Besuch abstatteten. Alle 7 wurden von ²Kesehep getötet und für einen Augenblick auf die heißen Kohlen gelegt, dann aber sorgfältig wieder entfernt und fortgeworfen. Als ich die Tiere wieder in das Feuer werfen wollte, erregte diese Handlung bei den Buschmännern sichtliches Unbehagen, und sie nahmen die Tiere wieder heraus. Offenbar lag ein Aberglaube vor. *Baines* hat ganz dieselbe Beobachtung gemacht.

Am 19. Dezember erreichten wir nach drei anstrengenden Märschen mit einbrechender Dunkelheit Chanse.

Es wird zweckmäßig sein, hier bereits die weiteren Beobachtungen über die Groot Laagte und den Bau dieses Flußtals zu geben und zu einem geschlossenen Bilde zu vereinigen.

An der Stelle, wo der Weg nach ¹Gam die Groot Laagte schneidet, ist das

Bett ca. 60—80 m breit. Weißer, mürber Kalksandstein, der an Gastropeden sehr reich ist, steht an dem 1—2 m hohen Ufer an, und zwar an den konvexen Seiten der Krümmungen in steilen, weißen Wänden. Aber der Sand, der an den Gehängen herabkommt, überwältigt nach 2—3 km alles. Einmal tritt am Boden rötlicher, glasiger Chalcedonsandstein auf, gleich dem eingekieselten Chalcedonsandstein des Ngami und Botletle, sonst nur grauer und rötlicher Sand. Ich folgte dem Bett etwa 9—10 km weit. Es ist ein völlig versandetes Flußbett, dessen Breite zwischen 100—150, ja sogar 300—400 m wechselt und da, wo es sehr breit ist, schmale, lange Inseln enthält. Überall aber ist es deutlich entwickelt. Das Tal besitzt eine Längsstufe, die von der Stromrinne aus 10—15 m ziemlich steil, weiterhin aber in flacher Böschung ansteigt. Die Böschungen der äußeren Talränder sind wiederum etwas steiler. Die Gesamttiefe des Tales beträgt ca. 30 m, davon fallen je 10 m auf die steileren Partien. Das nördliche Ufer scheint übrigens ca. 10 m höher zu sein als das südliche. Die Meereshöhe der flachen Böschung beträgt 1180 m, das Niveau der Talsohle demnach ca. 1160 m, der äußere südliche Talrand aber ca. 1190 m, der nördliche also ca. 1200 m. Der Abstand der äußeren Talränder, demnach die größte Breite des ganzen Tals, beträgt ca. 3 km. (Blatt 18, Fig. 3.)

Folgen wir dem Bett des alten Flusses aufwärts, so bleibt es etwa 3 km weit als 60—80 m breite Rinne bestehen. Kalksandstein bildet die Ufer, jedoch tritt auch Chalcedonsandstein mit fingerdicken Röhren an den Rändern unter dem Kalk zutage. Innerhalb des engen Kanals hat Mr. Powrie, während ich nach ¹Gam ging, einen Schacht angelegt, um eventuell Wasser zu finden. Er kam 20 Fuß tief. Das Flußbett ist in den Kalksandstein und den Chalcedonsandstein eingegraben. Die alluviale Ausfüllung ist grauer Sand, der nach unten hin in eine Schicht von Geröllen aus Chalcedonsandstein übergeht. Der Boden des Flußbetts ist grüner, glasiger Chalcedonsandstein. Da dasselbe Gestein auch am Uferrand ansteht, ist das Bett 20 Fuß tief in dieses zähe, harte Gestein eingegraben. Etwa 3 km oberhalb unseres Lagers erweitert es sich zu einem 200—300 m breiten Kessel, der ganz mit Sand erfüllt ist und in dem 2 Vleys liegen, die nach den heftigen Regen im Januar 1898 mit Wasser angefüllt waren. Noch einmal verengt sich die Stromrinne, dann öffnet sich eine mindestens 2 km breite, rundliche Fläche von mürbem Kalksandstein, die mit dichtem Leboanagestrüpp bedeckt ist. Es ist lediglich derselbe Kalksandstein, der unterhalb die Ufer bildet, hier jedoch in breiter Fläche ohne Sandbedeckung zutage tritt. Nach Passieren des Kessels folgt von neuem eine ca. 80—100 m breite Flußrinne, die schließlich nach Westen hin in eine weite Ebene grauen Sandes mit Knäuelgras übergeht.

Das Flußbett soll sich nach den Angaben der Buschmänner in südwestlicher Richtung bis zum Epukiro hinziehen. Sicher ist, daß die Trekburen wiederholt der Groot Laagte aufwärts folgten, um jenes Flußbett zu erreichen.

Am 19. Dezember war ich nach Chanse zurückgekehrt, aber erst am 31., nachdem von Kwebe zwei Wassertanks und der notwendige Proviant gekommen waren, konnten wir die Reise nach ¹Gam antreten. Eine Karre war mit den Tanks beladen, eine andere mit dem Gepäck. Mr. Powrie begleitete mich, um an der Groot Laagte zurückzubleiben. Dort sollte er den künstlichen Wasserplatz bewachen, einen Brunnen graben und nach Wasserpfannen suchen. Das Gros der Expedition blieb in Chanse zurück.

Erst am 2. Januar nachmittags erreichten wir die Groot Laagte. Die Ochsen hatten erst vor einigen Monaten die Lungenseuche überstanden und waren noch in recht jämmerlicher Verfassung, so daß das Ziehen durch den schweren Sand sie sehr anstrengte. Am 3. Januar, um halb drei nachmittags, verließ ich mit dem Hottentottentreiber Hendrik, dem Buschmann ²Koschep, sowie zweien mit Wasserfäßchen bepackten Eseln und meinem Reitochsen das Lager, das auf

der Südseite dieses Bettes angelegt werden war. Nach einer Stunde hatten wir den Termitenhaufen erreicht, an dem wir das erste Mal gelagert. Dann stiegen wir die Böschung des nördlichen Gehänges hinauf und drangen in den Busch ein. Der Boden war roter Sand, und zwar so leuchtend rot, wie man ihn bei Decksand über Chalcedonsandstein zu finden pflegt. Sollte dieses Gestein in einiger Tiefe anstehen? Der Busch war dichter Mochononobusch mit wenig Gras am Boden. Wir kamen heute, das Mondlicht benutzend, in zwei Treks 27 km weit.

4. Januar. Wie ich am nächsten Morgen bemerken konnte, lagerten wir in einer breiten, grasigen Senkung, die sich flußbettartig nach O.S.O. zur Groot Laagte hinzog. Der Boden war grauer und rötlicher Sand mit Gras und lichtem, niedrigem Busch. Nach einer halben Stunde erreichten wir ein Manganagebüsch mit grauem, hartem, kalkhaltigem Sand, der auch Brocken von Kalksandstein enthielt. Hier verloren wir zum ersten Mal den Weg und fanden ihn erst nach 14 Minuten wieder auf. Es folgte tiefer, roter Sand. Er ist arm an humosen Substanzen, locker und trägt einen lichten ¹Kaiwald. Die hohen, schlanken ¹Kaibäume mit ihrer luftigen Krone dulden meist kein dichtes Unterholz. Nur hier und dort traten Mangana, Meloto und merkwürdigerweise auch an einer Stelle zwei gewaltige Motsiarabäume auf, die in voller Blüte prangten. Der Motsiarabaum gedeiht im allgemeinen nur auf felsigem Boden, oder da, wo der Sand nicht sehr tief ist.

Der Tag war entsetzlich heiß und schwül, der Himmel bedeckt, und im Westen hörte man Gewittergrollen. Ich fühlte mich heute sehr schlecht, wie bei beginnendem Fieber. Mittags hielten wir nach einem Trek von 12 km. Bereits um halb zwei brachen wir auf. Nach $^{3}/_{4}$ Stunden begann plötzlich dichter, hoher Buschwald aus Mochailechaile, Mangana, Meloto und Vaalbüschen. Die Erde wurde hart und kalkreich. Hohe, weiße Termitenbauten aus Kalkerde verrieten nur zu deutlich, daß der Kalksandstein in geringer Tiefe anstände.

Nach $^{3}/_{4}$ Stunden sahen wir rechts zwei kleine Pfannen, die gestern noch Wasser gehabt hatten. Die Spur eines mächtigen Elenbullen und die eines verfolgenden Buschmannes stammten erst von heute früh. Nachdem wir fast eine Stunde lang nach dem Wege gesucht hatten, fanden wir nach einer weiteren halben Stunde einen Tümpel mit schlammigem Wasser, das von Larven, Käfern und Fröschen reichlichst belebt war. Jubelnd sattelten wir ab und blieben hier bis zum folgenden Morgen. Nachts hatte ich einen Fieberanfall.

Am 5. Januar erreichten wir bereits nach einer halben Stunde Marsch über rötlichen und grauen humosen Vleysand mit dichtem, hohem Buschwald aus Motsiara, Mossu, Mangana, Meloto, Moretloabüschen, also richtigem Vleywald, mehrere schöne Sandpfannen voll köstlichem, frischem Wasser. Gleich darauf stieg der Weg aber wieder auf tiefen, roten Sand mit Mochonono- und ¹Kaiwald hinauf. Noch einmal kommt eine Senkung mit einer kleinen Vley, dann gehts über welliges Land aus rotem Sand mit lichtem ¹Kaiwald weiter.

Die Wasserpfannen, die wir angetroffen hatten, liegen in einer Senkung mit Vleys, die allseitig von dem roten Sand umgeben wird. Wie ich später in Erfahrung brachte, heißt die Gemarkung ²G a n n a. Wir lagerten dort mehrere Tage, als wir mit den Wagen hinterher kamen. Diese Senkung ist am Nordwestende eine flußbettartige Rinne mit grauem Vleysand und üppigem Vleybusch, die sich nach S.O. hinzieht und zu einer ausgedehnteren Niederung erweitert. Die Umgrenzung der letzteren ist nicht genauer bekannt. Ihr Boden ist grauer Sand, unter dem aber die Kalkerde des Kalaharikalks mehr oder weniger deutlich erkennbar ist. Die Gemarkung ²Ganna hat 1130 m Meereshöhe, liegt also ca. 30 m niedriger als die Sohle der Groot Laagte. Da das Nordufer dieses Bettes ca. 1200 m hoch ist, waren wir um 70 m herabgestiegen.

Wir marschierten am Vormittag des 5. Januar ca. 12 km über das wellige, rote Sandfeld. ¹Kaiwald herrschte vor. Während der Mittagsrast vergruben

wir eine Wassertrommel, einmal um die Esel zu erleichtern, sodann um eventuell bei einem erzwungenen Rückzug hier Wasser vorzufinden.

Unser Lager lag in der Nähe einer tiefen Senkung, die wir nach ¼ Stunde erreichten. Sie hat die Gestalt eines tiefen breiten Flußbetts, das ca. 800 m breit und 10—15 m tief ist. Seine Gehänge bestehen aus dem roten Kalaharisand, der Boden ist dagegen eine Fläche von weißem, mürbem Kalksandstein gleich dem am Botletle. Sein Verlauf ist nicht näher bekannt. Ob es weit aus S.W. herkommt, war nicht zu sehen, ist aber wahrscheinlich. An der Stelle, wo wir es kreuzten, machte es eine scharfe Krümmung nach O. und bog dann nach N.W. um. Es schien mir, daß es nach dieser Richtung hin schnell versandet. Denn während der Kalkboden sonst mit niedrigem Gestrüpp von Leboana und Vaalbüschen bedeckt ist, schob sich nach N.W. hin der hohe Buschwald über die Senkung weg. Die Gemarkung hier heißt ²Amaku. Der Weg kreuzt die Senkung, indem er den Bogen, den sie macht, abschneidet. Rechts blieb ein altes Brunnenloch liegen, das ich leider nicht näher untersucht habe. Die Meereshöhe des Talbodens ist ungefähr 1060 m, da der Lagerplatz südlich desselben auf 1080 m bestimmt wurde. Meine Absicht, später als wir mit den Wagen nachkamen, die Senkung genauer zu untersuchen, konnte ich leider nicht ausführen, weil ich gerade an dem Tage, wo wir ²Amaku kreuzten, heftiges Fieber hatte. Auch konnte ich keine näheren Erkundigungen über ihren Verlauf einziehen.

Jenseits des Flußbetts stiegen wir wieder auf die stark gewellte Hochfläche aus rotem Sand hinauf, um dann in eine flache Senkung hinabzusteigen, die ähnlich der von ²Gama aus grauem Sand besteht. Knollen von mürbem Kalksandstein sind in demselben häufig, und der lichte Vleybusch steht in scharfem Gegensatz zu dem niedrigen Mochononobusch des umgebenden roten Sandes. Zahlreiche Sandpfannen lagen am Wege, aber alle waren trocken. Die Niederung gehört zur Gemarkung D o u á s.

Wieder ging es über roten Sand und Mochononobusch nach einer kurzen Rast vor Sonnenuntergang weiter. Der helle Mondschein gestattete den Weitermarsch in der Nacht. An einer Stelle mit Mangana- und Vaalbusch, der auf weißem Sand mit Kalkbrocken und weißen Termitenbauten aus Kalkerde steht, verloren wir vorübergehend den Weg, gelangten aber schließlich, bald durch Mochononobusch, bald über Grasflächen gehend, an eine große tiefe Sandpfanne, wo wir die Nacht und den folgenden Morgen zubrachten.

Am 6. Januar besuchten uns morgens einige Kaukaubuschmänner, die ersten, die wir bisher gesehen. Einer von ihnen verstand die Hottentottensprache, und so konnten wir uns mit ihm verständigen und Erkundigungen über den Weg nach ¹Gam einziehen. Die Pfanne, an der wir lagerten, gehört zur Gemarkung ²G o n ú k a i. Wie ²Gama und Douas bildet auch diese Gemarkung eine Niederung aus grauem Sand mit Vleywald. Nördlich der Pfanne zieht sich ein Abhang tiefen, roten Sandes hin in W.—O.-Richtung, während nach Süden hin die Niederung allmählich ansteigt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese langgezogene Senkung nach Osten hin in das Okavangobecken übergeht. Die Meereshöhe wurde auf 1000 m berechnet, jedoch dürfte diese Zahl zu niedrig sein.

Die Sandpfanne ist ca. 60 : 100 m breit, oval und 3—4 m tief. Sie enthielt damals einen ovalen Teich von ca. 30—40 m Durchmesser. Zahllose Ochsenfrösche brüllten während der Nacht, und am folgenden Morgen fing ²Kosehep ein halbes Dutzend der großen, fetten Gesellen — eine angenehme Unterbrechung der einförmigen aus Brot, Reis und Kaffee bestehenden Kost.

Mittags verließen wir ²G o n u k a i und drangen auf der welligen Platte roten Sandes vor. Eine zweite, W.—O. streichende Senkung mit grauem Sand und mehreren trockenen Vleys folgte. Auch diese Senkung hat einen deutlichen Nordrand und im Süden eine flache Böschung.

Nach 4 Uhr stiegen wir einen langen, deutlichen Sandabhang hinab, der sich von W.N.W. nach O.S.O. hinzieht und dem wir nach W.N.W. hin folgten. Man gewann beim ersten Anblick die Überzeugung, daß ein besonderer Wechsel im orographischen Bilde stattgefunden habe. Denn der Sandabhang, auf dem wir standen, war sehr deutlich und scharf, ca. 10—15 m im Durchschnitt hoch. Vor uns aber lag eine weite Ebene, die im Norden durch einen blauen Plateaurand abgeschlossen wurde. Wir waren zweifelsohne an den Rand einer weiten Niederung gelangt.

Ihr Boden bestand, wie früher bei den kleinen Vleygemarkungen, aus grauem, hartem, humosem Sand mit Kalkknollen. Eine weite Grasebene dehnte sich aus, die nach Norden hin in niedrigen Busch überging. Um halb sieben hörten wir ein lautes Froschkonzert, das Anzeichen einer nahen Vley mit Wasser. Wir sattelten ab, kochten unser einfaches Abendbrot und legten uns im Schutz eines Segeltuches, das zugleich als Ochsensattel diente, nieder. Bereits während des Tages hatte ich Fieber gehabt, nachts wurde es noch stärker, und um die Situation noch angenehmer zu gestalten, brach ein furchtbarer Gewittersturm und -regen los.

Am folgenden Tage (7. Januar) kamen wir nur eine Stunde weiter, nach der „Blaubuschpfanne" (1030 m). Den Namen gab ich ihr, nach einem Strauch, dem Blaubusch der Buren, der an der Pfanne zahlreich wuchs. Die kurzgestielten Blätter dieses Strauches sind lang-eiförmig, dunkelblaugrün und der Rand mit graugelben Härchen bedeckt. Hier verloren wir den Weg und sattelten ab. Hendrik und ²Koschep, die beide auf die Suche gingen, kamen erst am Abend wieder. Sie hatten angeblich nur nach der Wagenspur gesucht, tatsächlich aber wohl das sehr wildreiche Land jagenderweise durchstreift — leider ohne Erfolg. Ein Gemsbock wurde verwundet, allein er entkam.

Der 8. Januar sah uns früh auf den Beinen. Wir zogen quer durch die Niederung. Das Grasland machte bald einem leicht gewellten, rötlichen Sand Platz, der mit niedrigem, aber dichtem Busch von Moschäscha, Giftsträuchern — ²A —, Mochailechaile, Mohata, Mochonono bedeckt war und höher lag als der graue Sand am Fuß des südlichen Plateaurandes. Allein die flache Wölbung des roten Sandes senkt sich wieder nach Norden hin, und grauer Sand mit Kalkknollen beginnt wieder. Zahlreiche Sandpfannen, die z. T. Wasser enthielten, lagen am Wege. Nahe dem nördlichen, ca. 25—30 m hohen Plateaurand liegt z. B. eine größere Sandpfanne, an der wir über eine Stunde lang nach dem Weg suchen mußten. Die passierten Pfannen gehören dem Distrikt ²Gárochai an.

Der Weg führt anfangs an dem Plateaurand entlang über grauen Sand mit Kalkknollen und Vleybusch, dann nach N. hin auf das Plateau, das aus rotem Sand mit dichtem Mochononobusch besteht. In einer kleinen Laagte hielten wir mittags.

Am Nachmittag erreichten wir bald die Pfannengemarkung Hákobis. Sie besteht aus einem Kessel mit grauem Sandboden, der Kalkknollen enthält und von Wellen roten Sandes umgeben wird. Mehrere Vleys, darunter eine besonders große und tiefe Pfanne mit Nymphaea, machen Hakobis zu einem wichtigen Wasserplatz während der Regenzeit. Lichter Vleybusch und Grasflächen nehmen die flache Senkung ein. Die Meereshöhe ist nach einer Beobachtung auf 1070 m berechnet worden, also ca. 40 m über der südlichen Niederung.

Wir hielten uns in Hakobis nicht auf, sondern zogen weiter, und in der Dunkelheit bereits stiegen wir in eine tiefe Senkung hinab, in der wir übernachteten.

Am folgenden Morgen (9. Januar) konnten wir leicht feststellen, daß wir uns in einem breiten Flußtal befanden, zweifelsohne dem Dénib*), dem ¹Ankai der Buschmänner, dem Apate der Herreros.

*) Dénib = Honig in der Hottentottensprache.

Das Flußbett war an dieser Stelle stark versandet, hatte flach ansteigende Ufer und enthielt flache Sandinseln. Von Westen her mündete ein breites Tal ein. Je weiter wir nordwärts kamen, um so mehr traten die Ufer zusammen, wurden aber auch um so steiler und bildeten schließlich ein scharfes 100—300 m breites Tal. Seine nähere geologische Darstellung soll später bei Besprechung des ¹Gamplateaus erfolgen.

Gehen wir zu der Beschreibung eines Ausflugs über, den wir von der Blaubuschpfanne aus Anfang Februar machten (Blatt 8).

Unsere Jäger waren von Buschmännern zu einer Brackpfanne geführt worden, wo sie sehr viel Wild sahen und auch wiederholt Tiere schossen. Am 6. Februar besuchte ich den Platz. Zuerst überschritt der Weg einen Rücken roten tiefen Sandes mit dichtem Mochononobusch, dann eine Senkung mit grauem Sand. Auf einen zweiten Rücken roten Sandes folgte eine zweite, ca. 1500 m breite Senkung mit grauem Sand und Strecken weißer Kalkerde. Der in der Tiefe liegende salzhaltige Kalaharikalk tritt hier zutage, und hierher kommt das Wild, um das ausblühende Salz zu lecken. Die Senkungen laufen dem langen Sandrand, der die weite Niederung begrenzt, parallel, nach W.N.W. hin zu einem breiten Tal, das von S.W. kommt, parallel dem hohen Plateaurand im Norden.

Auf einem mehr südlichen Wege kehrte ich, von den Brackpfannen nach O. hin mich wendend, zur Blaubuschpfanne zurück.

II. Der Nordrand des westlichen Okavangobeckens.

Am 7. Februar verließ ich mit Mr. Hinton und einer Ochsenkarre die Blaubuschpfanne. Hendrik und ²Koschep waren Treiber. Am Nachmittag erreichten wir Hakobis. Am folgenden Morgen zogen wir aus, Hinton mit Hendrik, ich mit ²Koschep, um Wasser in östlicher Richtung, resp. Buschmänner als Führer zu finden. Anfangs zogen wir gemeinsam nach N.O. Als wir aber das Denibtal erreicht hatten, wandte sich Hinton nach Westen, ich mich nach Osten. Wir zogen durch das ca. 1500 km breite Tal. Das Flußbett war teils versandet, teils hatte es harten, grauen Sandboden mit Kalkknollen und Vleybusch. Sandpfannen waren häufig, aber alle trocken.

Das Flußbett teilte sich in zwei Arme. Ich folgte dem südlicheren, der völlig versandet war und bald wieder nach Osten umbog. Wir waren ca. 10 km marschiert, als wir ein altes, abschreckend häßliches und schmutziges Buschmannsweib trafen, für uns eine göttliche Erscheinung. Anfangs wollte diese Dea ex machina davonlaufen, allein etwas Tabak beruhigte sie. Sie wies uns nach dem Lager ihrer Herde, das nicht weit sei.

Nach einer halben Stunde fanden wir auch wirklich auf dem linken Ufer des Flußarmes, in dem wir waren, mitten im Busch das Lager, dessen Insassen — einige Männer, Frauen und Kinder — uns mit lautem Cham, Cham begrüßten. Eine Wasserpfanne war in der Nähe. ²Koschep brachte das Pferd dorthin zur Tränke. Es war eine große, aber flache Vley, die reichlich Wasser enthielt. Die Gemarkung hieß Massássara.

Mit zwei Buschmännern, die uns weiterhin in östlicher Richtung als Führer dienen sollten, kehrten wir auf direktem Wege nach Hakobis zurück. Mr. Hinton war bereits angelangt, hatte indes außer einer kleinen Pfütze kein Wasser gefunden.

Am folgenden Morgen brachen wir früh auf. Anfangs gings in östlicher Richtung über den grauen Sand mit Kalkknollen der Niederung, in der die Pfanuen der Gemarkung Hakobis liegen. Die Niederung ist ca. eine halbe Stunde (2 km) breit; Kalkbrocken sind häufig zu beobachten. Dann beginnt tiefer roter Sand mit Mochononobusch in Rücken und Wellen, bis sich das breite Denibtal öffnet. Wir überschritten zunächst eine breite Vorstufe, dann folgten wir dem Tal

abwärts. Von rechts mündete eine Laagte ein. Am Eingang eines Bettes, das von links aus dem nördlichen Arm des Denib kam, hielten wir in der Nähe des Buschmannlagers. Die Vley, die Wasser enthielt, liegt in jenem Verbindungsarm, und zwar gerade an der Stelle, wo er den nördlichen Hauptarm verläßt. Der Denib teilt sich also vor seiner Einmündung in die südliche Ebene in zwei Hauptarme, die wiederum durch mehrere Seitenarme untereinander verbunden sind.

Am Nachmittag machten wir einen kurzen Trek nach der Gemarkung ²Kintscha, die in einem andern Arm des Denib, 3—4 km östlich unseres Lagers in Massássara liegt. Man verläßt das südliche Hauptbett und gelangt über einen Sandrücken in das Nebenbett, in dem ²Kintscha liegt. Eine Horde von ca. 15 Buschmännern begleitete uns.

Am 10. Februar brachten uns dieselben zur Gemarkung ²Koē. Es war nur ein kurzer Trek, anfangs durch die Gemarkung ²Kintscha, dann über roten tiefen Sand mit Mochononobusch hinab in die weite Niederung, die uns schon längere Zeit rechts begleitet hatte. In dieser liegt die Gemarkung ²Koe gegenüber der Mündung des nördlichen Hauptarms mit mehreren Vleys, die aber alle flach und mit Gras bewachsen sind.

Auf dem Rückwege nach ¹Gam habe ich die verschiedenen Arme des Denib einzeln besucht und fand folgende Verhältnisse.

Der südliche Hauptarm ist stark versandet und hat bei seiner Mündung in der Ebene große Massen rötlichen Sandes abgelagert und sein eigenes Bett damit verstopft. Dagegen hat sich der nördliche Arm ein Bett mit hartem Boden bewahrt. Hier findet man deshalb die Vleys, wie z. B. Massassara, und bei seiner Einmündung in die Ebene hat er in der letzteren den losen Sand weggewaschen, so daß nicht nur harter Sandboden, sondern sogar auf Hunderte von Metern hin der mürbe Kalksandstein, der sonst nur als Brocken im Sande zu beobachten ist, zutage tritt.

Während des Mittaghalts durchstreifte ich die Umgegend und fand, daß das 20—30 m hohe Plateau im Norden ganz aus rotem Sand besteht. Darauf folgt südlich eine Ebene grauen humosen Sandes mit hohem Vleybusch — Moga, Messu, Mangana, Mochailechaile, Molete etc. In derselben treten mehrere hundert Meter breite Flächen von weißem, mürbem Kalksandstein, gleich dem am Botletle, auf. Dichtes Leboanagestrüpp bedeckt sie. Noch weiter südlich beginnt wieder rötlicher Sand, der mit ganz flachem Abhang ansteigt, so daß eine Art Flußbett zustande kommt zwischen dem ganz flachen südlichen und dem steilen nördlichen Abhang. Ähnlich ist es auf der Südseite des Okavangobeckens, nur liegt dort der hohe Abhang auf der Südseite.

Am frühen Nachmittag brachen wir auf und zogen in einiger Entfernung von dem Plateaurand in östlicher Richtung hin. Anfangs hielt der harte Sand- und z. T. Kalkboden an, dann begann rötlichgrauer Sand. Bald verschwand der flache Abhang auf der Südseite, vielmehr dehnte sich eine leicht gewellte Ebene aus. Einmal wurde ein nach Süden hin vorspringender Ausläufer des Plateaurandes, der aus tiefem, rotem Sand besteht, überschritten, sonst ging es in der Ebene hin. Wir marschierten 3¹/₄ Stunden und kamen ca. 13 km weit. Von der ganzen Herde waren uns 6 Buschmänner treu geblieben, um uns nach ²Gabba zu geleiten.

Am 11. Februar machten wir 2 lange Treks von je 3 Stunden. Es ging beständig über harten grauen Sand mit Vleybusch. Hier und dort kamen auch Inseln rötlichen Sandes vor. Auch weite Grasflächen wurden passiert. Der Plateaurand blieb unveränderlich als lange 25—30 m hohe Mauer uns zur Linken. Einmal konnten wir die Einmündung eines Flußbetts beobachten. Abends, bereits nach Sonnenuntergang, erreichten wir eine große tiefe Sandpfanne, die reichlich Wasser enthielt und in die die durstigen Ochsen mitsamt dem Wagen

hineinliefen. Wie wir später erfuhren, war dieses die gesuchte Pfanne ²Gabba, die unsere „Führer" dem Namen nach kannten.

Während des folgenden Vormittags (12. Februar) blieben wir hier. Hinton machte einen Jagdausflug nach Süden, auf dem er einer Herde wiehernder Zebras folgte, ohne sie zu Gesicht zu bekommen, ich selbst ging nach Osten, dann nach Norden auf das Plateau hinauf. Es besteht ganz aus rotem Sand und wird mit ¹Kaiwald bedeckt. Von einem Baum hatte ich einen Blick nach Süden hin. Endlos dehnte sich die Ebene aus, wie ein Meer, ohne jede Erhöhung. Ihr Boden ist ein grauer bis schwärzlicher, humoser Sand mit zahlreichen Vleys und hohem bis lichtem Vleywald, sowie ausgedehnten grasigen Flächen.

Am Nachmittag zogen wir 12 km weiter. Anfangs hielt noch der graue harte Sand an, später wechselten flache Erhebungen rötlichen Sandes, auf denen Mochonono und Mohata wachsen, mit Ebenen grauen Sandes ab. Da wir direkt nach Osten zogen, wich der Plateaurand mehr und mehr zurück und verschwand schließlich ganz.

Während des 13. Februar machten wir zwei lange Treks à 3 Stunden. Flächen harten, grauen, humosen Sandes mit Vleybusch und Grasflächen, rötlicher Sand in flachen Erhebungen mit dichtem, niedrigem Busch wechselten fortwährend ab. Kleine Kalkbrocken waren in dem grauen Sand oft zu beobachten. Motswere in Buschform und prachtvolle Motsiarabäume wurden häufig. Sandpfannen kamen wiederholt vor, waren aber alle trocken. Am Nachmittag schoß Mr. Hinton ein Hartebeest zur großen Freude der ganzen Karawane.

Wir wußten, daß unsere Buschmänner sich hier auf fremdem Gebiet, nämlich dem der Tsaukwe befanden und den Weg zu den nächsten Pfannen nicht kannten. Nur einer wollte ihn kennen, und dieser eine war abends verschwunden. Die Situation war recht unangenehm. Heute erst erfuhr ich, daß sich bei ²Gabba ein Buschmannlager befand und einer unserer Buschmänner von jenem feindlichen Stamm fast getötet worden wäre. Um also Gewisses über den Weg zu erfahren, kehrte ich nach ²Gabba zurück und erreichte es am Abend des folgenden Tages (15. Februar) nach zwei sehr langen Treks.

Am 16. Februar suchten wir vergeblich nach dem Buschmannlager; erst am folgenden Tage entdeckten es unsere Buschmänner und brachten zwei Mann zum Lager. Dieselben hatten aber ganz ohne Zweifel die Absicht, uns den Weg nicht zu zeigen, wahrscheinlich aus Angst vor den Kaffern. Sie logen so grob und unverschämt, daß ihre Absicht, uns irre zu führen, deutlich war. Abends kamen aber plötzlich vier Tsaukwe ins Lager, die unsere Wagenspur gefunden hatten und uns gefolgt waren. Sie erzählten, daß nicht weit von der Stelle, wo wir umgekehrt waren, nach Osten hin Wasser in zahlreichen Pfannen zu finden wäre, und beschrieben auch den Weg näher. Sie wollten uns sogar als Führer dienen. Alle Sorge schien damit zu Ende, und beruhigt legten wir uns schlafen.

Früh am folgenden Morgen waren wir unterwegs. 2 Tsaukwe kamen als Führer mit uns. Am Abend hatten wir zwei lange Treks hinter uns. Als wir aber ausspannten, waren unsere Führer verschwunden. Trotzdem beschloß ich, den Durchbruch zum Tauche zu versuchen.

Am 18. Februar schickte ich die Ochsen mit den Treibern nach ²Gabba zum Wasser zurück. Um 3 Uhr waren sie wieder da, so daß wir noch in einem Nachmittagtrek die Stelle erreichten, wo wir umgedreht waren, und die wir Omdrai genannt hatten.

Am 19. Februar gingen wir alle auf die Suche nach Wasser. Hinton mit Hendrik, ich mit ²Kosehep. Das Land war durchweg rötlicher Sand mit niedrigem Busch und durchzogen von Streifen hohen dichten Waldes aus Mochailechaile, Mangana, Motsiara, Mossu, Moloto. Diese Inseln und Streifen stehen aber nicht

auf rotem Sand, sondern im Gegenteil in flachen Senkungen mit grauem, humosem Sand. Wir fanden wohl einige Vleys, aber alle waren trocken.

Am Nachmittag schickte ich Hendrik mit den Ochsen zum Wasser zurück. Er fand aber bereits in einer Entfernung von ca. 7 km eine kleine Vley mit Wasser, nahe unserem letzten Lagerplatz, so daß er schon an demselben Abend zurückkehren konnte.

Am 20. Februar machte ich einen letzten Versuch und ritt mit ²Koschep aus, ich zu Pferd, er auf einem starken Esel. Ca. 15—16 km gings in östlicher Richtung über Wellen roten Sandes mit niedrigem Gebüsch und Niederungen grauen Sandes mit hohem, dichtem Buschwald. Schließlich kam eine breite Senkung mit Gras und vereinzelten Bäumen. Meine Idee war, *Schinz'* „Makuba Vley“ zu finden, in deren Nähe wir seiner Karte nach sein mußten. Allein es zeigte sich keine Spur solcher Seebecken. Wir bogen also nach N.N.O. ab und erreichten nach 8 km eine Laagte mit grauem, hartem, humosem Sand und Kalkbrocken. Hohe Kameldornbäume erinnerten an den Uferwald des Tauche, Sandpfannen waren vorhanden, aber alle leer. Wir sattelten ab und rasteten zwei Stunden.

Nun folgten wir der Laagte aufwärts, trafen auch bald einen deutlichen Pfad, auf dem das scharfe Auge ²Koscheps alte Ochsenspuren erkannte. Wir folgten ihm, passierten nach wenigen Minuten einen alten Lagerplatz, wo Jäger Fleisch an Gerüsten getrocknet hatten, und standen gleich darauf vor einer Vley mit großem, rundem Teich — der Reiherpfanne, wie ich sie nach den zahlreichen Kuhreihern nannte, die an ihr herumflatterten. Das köstliche Wasser erfrischte uns und die Tiere, allein wir mußten an baldigen Aufbruch denken. Anfangs einem ausgetretenen Fußpfad folgend, dann querfeldein, erreichten wir mit Sonnenuntergang unser Lager.

Am 21. Februar brachen wir auf. Anfangs ging der Weg über offenes Land, lichten niedrigen Busch, dann aber hatten wir einige Streifen sehr dichten dornigen Busches aus Sitsi und Mochailechaile zu passieren, so daß wir nur langsam vorwärts kamen. Wir hielten nach 9.5 km beim Erreichen des erwähnten Fußpfades. Der Nachmittagstrek brachte uns bald zur Reiherpfanne.

Während der folgenden Tage zogen wir durch eine Landschaft, die ihrem Charakter nach identisch war mit der „verlassenen Stromlandschaft“, die wir am Tauche noch genauer kennen lernen werden. Wir folgten nämlich einem alten Flußbett, das von Westen her vom Plateau kommt und sich in zahlreiche Arme verästelte, die wiederum untereinander in Verbindung standen. Der Boden war durchweg grauer humoser Sand in den Flußbetten, der aber auch infolge hohen Humusgehalts dunkelschwärzlich war, namentlich in alten Seebecken, die jetzt Niederungen bildeten. Innerhalb dieser Flußbetten und Niederungen lagen zahlreiche Vleys, die Wasser enthielten, so daß wir nicht Not litten.

Am 24. Februar erreichten wir den Kraal des Batauana Harry und damit das bewohnte Flußgebiet des Tauche.

III. Das Balnestal.

Am 25. August 1898 erreichte ich, von Tscho-in kommend, Kubi und machte an demselben Tage einen Orientierungsritt nach Norden hin. Meine Absicht war, einen Vorstoß nach Nordwest zu unternehmen, um mich über die Täler, die *Baines* besucht hat, und den Unterlauf der Groot Laagto zu orientieren. Das Endziel war das Belltal. Wir standen mitten in der Trockenzeit, auf Wasser war nicht zu rechnen, und der Vorstoß konnte daher nur in einem Rekognoszierungsritt bestehen.

Hinter dem Kalkgeröll von Kubi folgte zunächst rötlicher Decksand mit Kalkschollen und vereinzelten Flächen von Pfannensandstein. Ca. 4 km von Kubi entfernt passiert man eine kaum merkliche Stufe, die nach N. abfällt und

deren Boden aus rötlichem Sand und Kies aus Quarzstücken, glimmerreichem Grauwackensandstein und hartem Sinterkalk besteht. Dann folgt eine Ebene grauen Sandes mit Kalkknollen und Knäuelgras. Über diese Grasflächen blickt man hinweg zu flachen Hügeln und Rücken, die den Horizont im Norden als langes bläuliches Plateau abschließen.

Ich ritt nach Nordnordwest zu dem Hügel f (Blatt 6), von dem man einen freien Rundblick genießt. Folgendes Bild zeigte sich. Im Norden und Nordwesten zog sich ein langes Plateau hin, das von Tälern durchfurcht wurde. Besonders im Norden liegen hohe Erhebungen (l, n, n[1] auf Blatt 1). Südlich dieses langen Plateaus erheben sich aber isolierte vorgeschobene Hügel und Platten aus dem Grasland von 10—20 m Höhe. Auf einer solchen langen Platte liegt auch der Aussichtshügel f. Nach Osten hin erstreckte sich eine weite Ebene bis zu den blauen Kuppen der Mabäle a pudi.

Die geologischen Verhältnisse sind folgende. In den Ebenen liegt grauer Sand mit Kalkknollen und Grasflächen. Der Kalk ist der bekannte mürbe Kalksandstein, der Sand hat nur geringe Mächtigkeit. Die Hügel und Platten bestehen dagegen aus tiefem, rotem Sand. Auf den Gipfeln des Hügels f steht aber roter, glasig glänzender, eingekieselter Chalcedonsandstein und brecciöser Chalcedonsandstein, d. h. Chalcedonstücke in Chalcedonsandstein, an.

Auf dem Rückweg bekam ich einen Fieberanfall und war erst am 28. August wieder marschfähig. An diesem Tage machte ich die schon beschriebene Tour nach Tsch-ukn (S. 247). Hier geht der Weg durch das Grasland mit grauem Sand, während die Hügel (c, b, a auf Blatt 6) im Norden liegen bleiben. Auch diese bestehen, wie wir gesehen haben, aus Chalcedonsandstein.

Da Tsch-uku seiner Lage wegen als Operationsbasis zum Belltal hin nicht zu gebrauchen war, so beschloß ich, von Kubi aus mit dem Wasserwagen nach N.W. vorzugehen und von dort aus nach jenem Tal zu Pferd vorzudringen.

So verließ ich denn am 30. August nachmittags Kubi und gelangte nach kurzem Morgentrek zu dem Standlager am westlichen Ende der Platte von f, 12.5 km von Kubi entfernt.

Am 31. August traf ich alle Vorbereitungen und brach am Nachmittag zu Pferd mit zwei Buschmännern, die den mit Wasser bepackten Ochsen führten, auf. Bereits nach $^{3}/_{4}$ Stunden erreichten wir ein tiefes Tal, das ich für das Unionstal hielt, mit einer tiefen Sandpfanne. Dieses Tal ist nichts als die das nördliche Plateau begrenzende Niederung, die hier zwischen dem Plateaurand und der vorgeschobenen Platte f[1] das Aussehen eines Tals hat. Auf dem Abhang von f[1] liegen Bruchstücke von Chalcedonsandstein, sonst besteht dieselbe oberflächlich aus tiefem, rotem Sand mit ödem Mochononobusch und Mochailechailebäumen. In der Senkung aber haben wir den grauen humosen Sand mit Kalkknollen und Vloybusch.

Nun ging es das eigentliche Plateau hinauf, das ganz aus rotem, tiefem Sand zu bestehen schien, in der Tiefe aber sicher ein Skelett von Chalcedonsandstein besitzt. Oder Kalaharibusch bedeckt die wellige Hochfläche, die ca. 20 m über den Grasebenen des Südens liegt und sich bald allmählich nach Norden hin senkt. Wir lagerten mit Sonnenuntergang in einer grasigen Ebene, die nach N. hin abfiel und durch einen niedrigen Rücken abgeschlossen wurde. Wir waren 15 km von der Wasserkarre entfernt.

Am Morgen des 1. September bekam mein Pferd Wasser zu trinken. Die Buschmänner mit dem Ochsen kehrten zum Wasserwagen zurück, ich selbst ritt um 7 h 12 m in nordwestlicher Richtung weiter. Nach einer Stunde (6.5 km) hatte ich den blauen Rücken erreicht. Es war das Nordufer eines Tals, das sich in west-östlicher Richtung hinzog. Das Nordufer ist hier ca. 10 m hoch und deutlich, das Südufer steigt dagegen langsam an. Die 200—300 m breite Talsohle besteht aus grauem Sand mit Kalkknollen und Dornvaalbusch.

Durch fürchterlichen, z. T. dornigen Kalaharibusch — Sitsi, Mocbonono, Mohata — ging es 2 Stunden lang (12—13 km) weiter. Dann folgte wieder eine grasige Ebene mit grauem Sand und Kalkknollen. Zur Rechten konnte man in einer Entfernung von ca. 6—8 km eine breite Senkung erkennen. Um halb elf Uhr rastete ich eine Stunde lang in einem rundlichen Kessel mit grauem Sandboden. Dann ging es weiter über Wellen tiefen roten Sandes. Nach einer halben Stunde (12 h 4 m) stieg ich in ein Tal hinab, das anfangs keinen sehr imponierenden Eindruck machte. Die Talrinne ließ sich von der südlichen Höhe aus deutlich nach Osten und Südosten verfolgen, wo sie mit der schon früher bemerkten östlichen Niederung in Verbindung trat. Nach Nordwest mich wendend, konnte ich jedoch bald feststellen, daß ich mich nur in einem kleinen Arm eines gewaltigen Flußbetts befand, das an Größe alle bisher gesehenen trockenen Flußbetten in den Schatten stellte. Es besitzt eine Breite von 6—7 km, indem es durch große Inseln in mehrere Arme geteilt wird. In dem Flußbett selbst wird die breite Talsohle teils von tiefem, rotem Sand mit Kalaharibusch, teils von rundlichen Senkungen mit grauem Sand und Vleybusch eingenommen. Sandpfannen und, als Anzeichen des liegenden Kalaharikalks, Kalkknollen fehlen letzteren nicht. Die Gehänge der Ufer und der Inseln erreichen 10—20 m Höhe.

Ich folgte dem Tal aufwärts, ritt auch auf die westliche der beiden Inseln herauf und hatte von der Höhe aus einen guten Überblick über das Talsystem. Nach kurzem Halt ritt ich weiter talaufwärts und wandte mich dann nach Süden. Um 4 h 49 m stand ich auf der Höhe des südlichen Ufers und ritt in südöstlicher Richtung zurück. Innerhalb des tiefen roten Sandes passierte ich einen Kessel mit grauem Sand, der von Löchern der Erdeichhörnchen durchwühlt war. Um 6 Uhr sattelte ich nach Sonnenuntergang in einer zweiten Senkung ab, unter deren grauem Sand stellenweise die Kalkerde des Kalaharikalks zutage trat. Dichter Vleybusch mit Mangana, Mega, Mossu, Mochailechaile, Moloto erfüllte den Kessel. Vaalbüsche fehlten auf dem kalkreichen Grund natürlich nicht. Die Nacht verlief ohne Störung.

Am 2. September ging's durch den entsetzlichen Busch und über den tiefen roten Sand weiter. Nach 1½ Stunden passierte ich das erste große Tal, das ich auf dem Hinweg gekreuzt hatte, und machte jenseits desselben um 10 Uhr eine einstündige Rast. Um 12 Uhr erreichte ich eine breite flußbettartige Senkung mit grauem Sand und dichtem Vleywald. Viele trockene Sandpfannen wurden passiert, dann ging's in eine Grasfläche hinaus, jenseits der die blauen Mabäle a pudi-Berge hervorsahen, nach denen ich mich orientieren konnte. Um 4 Uhr erreichte ich den Wasserwagen. Das Pferd war nach dem zweitägigen Durst und dem anstrengenden Ritt sehr ermüdet. Es war hohe Zeit, daß wir das Lager erreichten.

Bis zum 11. September untersuchte ich die hügelige Gegend nördlich und nordwestlich von Kubi und Kuke. Im einzelnen möchte ich auf die verschiedenen Ausflüge nicht eingehen, sondern mich damit begnügen, einen Überblick über die Resultate jener Aufnahmen zu geben.

In einer Entfernung von 16—20 km zieht sich nordwestlich der Straße von Kubi nach Kuke ein Plateau hin, das eine Höhe von durchschnittlich 15 m hat. Die höchste Erhebung scheinen die Hügel l (Blatt 1) mit ca. 20—25 m zu erreichen. Dieses Plateau besteht scheinbar aus tiefem, rotem Sand mit Kalaharibusch, allein das Grundgerüst ist eine Platte von Chalcedonsandstein, der auf den Gipfeln von l und n¹ unter dem Sand zutage tritt. Die Oberfläche des Plateaus ist eine wellige Ebene, die sich nach Norden hin senkt. Sein Südrand wird von einer Reihe kurzer Täler durchfurcht, die flach ansteigen und sich nach kurzem Verlauf auf der Hochfläche verlieren.

Wie das Plateau im Westen beginnt, ist nicht näher bekannt. Von den Hügeln d und a aus gesehen (Blatt 6), schien es sich nach Westen hin bald zu

verlieren. Unzweifelhaft wird es nach Westen hin niedriger. Auf der Ostseite wendet es sich dagegen nach N.O., erreicht am Hügel n[1] seinen östlichsten Punkt und biegt dann scharf nach N.W. um.

Von n[1] aus hat man einen guten Überblick über den Ostrand, sowie den Südrand der Nordplatte des Ngamirumpfes.

Nördlich, östlich und südlich von n[1] liegt eine weite Ebene, die im Norden von der Nordplatte des Ngamirumpfes abgeschlossen wird, der vier Hügel (q[1]—q[4]) aufgesetzt sind. Vielleicht handelt es sich aber weniger um isolierte Hügel, als vielmehr um die Ausläufer von Wellen, wie man sie ja auf jener Platte findet. Im Osten ist der Matobologwe, der Nordrand der Südplatte und der isolierte Hügel x an demselben deutlich erkennbar.

Zwischen dem Ostrand unseres Plateaus und dem Westrand der Nordplatte zieht sich die breite Senkung in nordwestlicher Richtung hin.

Der Ostrand unseres Plateaus nun wird von mehreren Tälern durchfurcht, von denen zwei wichtig sind, nämlich das Unionta l und ein Arm des Bainestales. Auf diese kommen wir noch zurück.

Wenden wir uns zunächst wieder nach Süden. Zwischen dem Chalcedonsandsteinplateau und den Pfannen des Chansefeldes tritt das Grundgestein — glimmerreicher grauer Grauwackensandstein der Chanseschichten — einmal zutage, und zwar als eine wenig markierte Stufe, die sich 12 km nach N.O. hin deutlich verfolgen ließ. Dieser niedrige Abhang ist der letzte Ausläufer des steilen Abfalls der Südplatte zur Zentralsenke im Ngamirumpf. Sein Streichen hat sich dabei aus 60° in 50° umgewandelt. Auf den Grauwacken liegt viel harter Sinterkalk in Schollen, im Gebiet der Hügel g auch Chalcedonsandstein.

Zwischen dieser Stufe nun und dem nördlichen Plateau liegen mehrere isolierte Hügel und Platten, die mit tiefem, rotem Sand bedeckt sind, aber, wie das Plateau, aus Chalcedonsandstein und Chalcedonbreccien bestehen. Auf dem Gipfel kommt dieses Gestein oft zum Vorschein. Der Chalcedonsandstein ist rot, glasig glänzend und vom Typus der eingekieselten Chalcedonsandsteine. Die brecciösen Gesteine bestehen aus eckigen grauen Chalcedonstücken, die in Chalcedonsandstein dicht gedrängt liegen. Das Gestein gleicht völlig der Breccie von Tscho-in, Gautsirra und Loale (Kap. 29). Prachtvoll entwickelt ist diese Breccie an dem 10 m hohen und wenig mit Sand verhüllten Hügel i, der sich völlig isoliert aus der Ebene grauen Sandes erhebt.

Zwischen diesen Hügeln und Platten liegen Flächen grauen humosen Sandes, der von mürbem Kalksandstein unterlagert wird. Knäuelgras bedeckt sie, Bäume und Sträucher sind auf ihnen nur zerstreut und spärlich zu finden.

Versuchen wir nun einmal *Baines'* Route mit obigen Aufnahmen in Einklang zu bringen. *Baines* reiste von Kubi aus in westnordwestlicher, dann nordwestlicher Richtung zur Union Vley, das im Uniontal gelegen ist. 2½ miles westlich davon liegt die Scherm Vley I, in einer Breite von 20° 55′ 2″ südl. Br. Die Scherm Vley II, die ca. 7—8 miles nach westlicher im Uniontal liegt, hat 20° 58′ 52″. Diese Breite entspricht völlig der des ersten großen Tals, das ich eine Stunde nach dem Zurückschicken der Buschmänner kreuzte. Mit dieser Auffassung stimmt auch die Angabe von *Baines* überein, daß das Uniontal im Osten nach N.O. umbiegt. Das geschieht tatsächlich zwischen den Hügeln n[1]—n[2] und o.

Bei dem weiteren Marsch nach N.W. fand *Baines* ein anderes großes Tal, das auf seiner Karte nicht gut zur Darstellung gelangt ist.

12½ miles jenseits Scherm Vley II traf man nämlich ein breites Tal mit dunkelbraunen Baumlinien. In demselben lagen Vleys mit Wasser. Dieses Tal zerfiel in zwei Arme, die durch eine Insel getrennt wurden.[1]) Hier schossen die Jäger ein Elefantenkalb. Auf der Rückkehr ging er ca. 6 miles östlicher und erwähnt dabei, daß er ein T alüberschritten hätte, dasselbe, in dem sie das Elefantenkalb

getötet hätten.[2]) Die Breite des Lagers in diesem Tal war 20° 49′. Diese Breite stimmt ganz ausgezeichnet mit der durch Konstruktion gefundenen Breite des großen Tals, in dem ich den Rückweg antrat und das ich für das Belltal gehalten hatte.

Der Arm dieses Tals, den ich zuerst erreichte, geht, wie man deutlich sehen konnte, nach O.S.O. und dann S.O. Es ist sehr wahrscheinlich, daß er identisch ist mit der zwischen p und q^1—q^4 befindlichen Niederung. Diese Auffassung wird durch folgende Beobachtung von *Baines* bestätigt. Von der Union Vley aus machte er einen langen Jagdausflug nach N. Er kreuzte dabei mehrere talförmige Senkungen und gelangte schließlich in ein breites grasiges Tal, daß sich weit nach W. hinzieht. *Baines'* Endpunkt fällt aber genau in den auf meiner Karte nach Peilungen gezeichneten Arm, der in die Zentralsenke einmündet. *Baines* selbst ist dieser Arm aufgefallen, denn er meint, es könnte der Unterlauf des Karroop oder Belltals sein.

Dieses große, durch zahlreiche Inseln geteilte Flußbett, das *Baines* nicht benannt hat, das ich aber für den alten Hauptstrom halte, möchte ich seinem Entdecker zu Ehren „B a i n e s t a l" nennen.

Vom Bainestal aus gingen die Jäger über die „Mochiara grove" zum K a r r o o p - o d e r B e l l t a l. Der Motsiarahain ist nach *Baines* Karte ein Kessel mit grauem Vleysand und Busch, ähnlich dem, wo ich auf dem Rückweg übernachtete, *Chapman*[3]) gibt dagegen an, es läge an der Einmündung zweier „dums", d. h. Flußbetten.

Das B e l l t a l hat nach der *Baines*'schen Karte eine Richtung von W.S.W. bis O.N.O. Anfangs war es deutlich, d. h. vor allem auf dem Südufer, dann wurde es undeutlich, weil das Nordufer verschwand. Schließlich kam eine „Wasserscheide". Wie dieselbe beschaffen ist, geht aus *Baines'* Angaben nicht mit Deutlichkeit hervor. In der Gegend dieser Wasserscheide werden erwähnt ein Kalksteintal oder -Kessel mit grünem Gras und altem Brunnen, sowie östlich von Deep Vley a l i t t l e s a n d s t o n e s l o p e — das einzige Vorkommen von Gestein, das *Baines* erwähnt. Durch Siedethermometerbestimmung wurde festgestellt, daß im Gebiet der Wasserscheide das Land am höchsten ist.

Eine in manchen Punkten abweichende Darstellung gibt *Chapman*. Von der Motsiara grove zogen die Reisenden 7¼ miles nach der Pfanne K a r r o o p, die eine Brackpfanne ist. Das beweist die Anmerkung auf S. 15: A pan is a circular depression, on which generally a saline incrustation remains after the evaporation or absorption of the water. The ground of such places is generally impregnated with nitre, and forms „licks" for the game. *Chapman* unterscheidet eben scharf zwischen Vley = Sandpfanne und Pan = Kalkpfanne.

Auch *Baines* erwähnt diese Pfanne. Er nennt sie aber K a r r a n und spricht — mit Recht glaube ich — die Vermutung aus, daß dieses Wort ganz allgemein „this kind of hollow" bedeute. Es ist wohl das gleiche Wort wie Karri = Salzpfanne im Makarrikarribecken. Der Boden dieser Pfanne ist nach *Baines* „a flat bed of clay", fast 1 mile im Durchmesser. Regenwasser stand in Pfützen auf dem Boden und der „pipe clay" blieb an den Füßen kleben.

Auch *Chapman* sagt — allerdings von einer anscheinend mehr östlich gelegenen Stelle[4]): „The soil at the head of the valley is a saline kind of compact bluish earth or clay."

Nach diesen Beschreibungen erscheint es mir sehr wahrscheinlich, daß der Boden der Pfanne, resp. des Tales selbst aus S a l z m e r g e l besteht, den wir als Untergrund des Okavangosumpflandes und des [2]Kungfeldes kennen lernen werden. Obwohl im wesentlichen ein salzreicher Kalkschlamm — à la Seekreide — gleicht diese Ablagerung so sehr einem Ton, daß ich selbst ihn auch Salzton genannt habe, bis die Untersuchung im Laboratorium seine Natur feststellte.

Chapman nennt das Tal Thannis, *Baines* Karroop oder Belltal.

25*

Chapman gibt an: Here [d. h. an der Karroop-Pfanne] is an old riverbed ... this riverbed which flows into the lake, is called „Thamis". *Baines*[5]) sagt, das Karroop- oder Belltal gehe nach Osten hin nach Kannies. Kannies oder Thamis ist dasselbe Wort, nämlich 'Tanne der Ngamibuschmänner, und bedeutet ein Flußbett mit Wasser. Auch der Ngamisee selbst heißt 'Tanne. 'T klingt fast gleich 'K. Ich selbst schrieb anfangs auch 'Kanne. So erklärt sich die abweichende Angabe der beiden Reisenden. Das Tal geht eben zum Ngami, d. h. zum 'Tanne. haben ihnen die Buschmänner berichtet.

Die topographischen Verhältnisse in der Umgebung der Pfanne Karroop müssen kompliziert sein. Denn *Chapman* sagt, am Nachmittag des Tages, an dem sie die Pfanne Karroop erreichten, wären sie 8—9 miles weiter [d. h. nach West] gezogen: „passing by the junction of this dum with the one we left this morning. Here it opens out into a valley, probably three miles broad". Dann heißt es weiter, daß die Reisenden auf der Nordseite, wo das Ufer steiler ist als auf der Südseite, reisten, und zwar besteht das Norduſer aus „red sandstone and limestone".

Auf dem Rückweg sagt *Chapman*[6]) von der Karroop-Pfanne: „the pan is usually overgrown with a sharp prickly grass, and the banks with Vydern — white thorn —. Ferner[7]): After passing the pan which is about 2 miles long ... ging's eine Stunde talabwärts; dann öffnet sich das Tal und geht in eine breite flache Ebene über, die innerhalb der Senkung mit niedrigen weißen Dornbüschen bedeckt ist. Hier und dort zeigt eine Gruppe Wachenbeetjes (d. i. Mochale) eine Vley an. Der Abhang auf der Nordseite ist steiler als auf der Südseite und besteht aus hartem, rotem Sandstein und Kalk.

8 miles ging's so am Südrand des Tals entlang nach Osten hin. Westlich der Karroop- oder Karraupfanne wird noch wiederholt das Auftreten von Kalkpfannen — Brackpfannen — erwähnt, die sogar ehemalige Brunnenlöcher enthielten, so z. B. 3 Nachtlager östlich „Sleepy hollow".

Aus diesen Notizen glaube ich folgendes herauslesen zu dürfen.

Das Belltal ist ein breites altes Flußbett, das ähnlich dem Uniontal und der Groot Laagte ein steileres Nordufer besitzt; und zwar bestehend aus „hartem, rotem Sandstein" — vielleicht Chalcedonsandstein oder Chansegrauwacken — und Kalk. Von Süden her scheint auf dem Wege, auf dem die Reisenden von Motsinra grove kamen, ein altes Flußbett in das Belltal zu münden (cfr.: passing by the junction etc. ...).

Die Pfanne Karroop oder Karrau ist eine Brackpfanne, d. h. eine Fläche des auftauchenden Kalksandsteins, die dem Wild als Salzlecke dient. Das prickly grass ist das bekannte stachlige Salzgras, die white thorn bushes aber wohl Leboana.

Die „saline kind of compact bluish earth or clay" ist aber höchstwahrscheinlich der Salzmergel, den wir als Untergrund des Okavangosumpflandes und des ²Kungfeldes finden. Mit denselben Worten charakterisiert *Chapman* auch das Sediment vieler Salzpfannen im Makarrikarribecken.

Das Verhältnis zwischen dem Tal und der Pfanne Karroop ist nach *Chapmans* Beschreibung nicht klar. Ist letztere eine Erweiterung des Tals mit Kalkboden, ähnlich der Erweiterung der Groot Laagte oberhalb der Vleys am 'Gamweg, die ja auch mit Leboana bewachsen ist — vergl.: Here it opens out into a valley probably 3 miles broad — oder eine seitliche Ausbuchtung des Tals? Schließlich geht das Tal nach Osten hin in eine weite Ebene über.

Demnach scheinen hier ähnliche Verhältnisse wie an der Groot Laagte zu bestehen, jedenfalls sind keine geologischen Faktoren aus jener Gegend erwähnt, die sich nicht auch an dieser Laagte fänden.

Das Land westlich der Karroop-Pfanne in der Umgebung des Belltals und des Norton Shawtals charakterisiert *Chapman*[8]) in folgender Weise:

The country is very level, being according to my observations, at our farthest point west [d. h. Omdraii] only 150 feet above the level of the lake [Ngami], and these valleys and undulations are so numerous, and their courses (excepting the larger ones) so capricious, that it is difficult to ascertain their direction. It seems however certain that this valley, in which we now are [d. h. Belltal] tends to the lake, while those at our farthest point [d. h. das Norton Shawtal mit Omdraii], went in an opposite direction, and according to the reports of the bushmen, inclined afterwards to the north.

Diese Täler sind nach *Chapman*[9]) gewöhnlich mit Hackdorn [d. h. Mangana] und Bastardkameldorn [d. h. Mochailechaile] bestanden; während das zwischenliegende Land aus Sandrücken — bults — mit Mochonono besteht, sofern nicht bonteveld oder elandveld mit Moretloa, Zwiebelgewächsen und Kriechpflanzen auftritt.

Die Bults mit Mochononobusch sind zweifellos die Zonen roten Sandes mit der von mir Kalaharibusch genannten Vegetation. Das Bonte Veld oder Elandveld der Buren stellt dagegen die Niederungen mit Vleybusch vor. Die Buren haben, wie aus dem Buche *Chapmans* wiederholt hervorgeht, den Unterschied zwischen den Regionen roten und grauen Sandes und ihrer Vegetation wohl erkannt, zumal früher das Wild — namentlich das Eland — sich hauptsächlich im Bonte Veld = Elandveld, aufgehalten hat, wo es mehr Nahrung und außerdem in den Vleys Wasser fand.

Der Name Bonte Veld bezieht sich auf die bunt aus verschiedensten Sträuchern und Bäumen zusammengesetzte Vegetation. Ohne die Burenbezeichnung zu kennen, kam ich auf Grund des verschiedenen Bodens und der Vegetation auf die Bezeichnung Vleybusch und Kalaharibusch und möchte, trotz der Priorität der Burennamen die von mir gewählten Namen beibehalten, weil sie, wie ich glauben möchte, charakteristischer sind und ich den größten Teil vorliegenden Buches bereits niedergeschrieben hatte, bevor ich *Chapmans* Buch und damit diese Burennamen kennen gelernt hatte.

Sehr interessant ist folgende Notiz von *Chapman*[10]):

„These bults are intersected with broad elephantpaths, leading to the dums [d. i. Laagtes], in the bed of which a large path is generally to be found, connecting the successive pools, which, owing to the harder nature of the earth — a sandy blackish loam — [d. i. humoser Vleysand] are generally found at shorter or longer intervals.“

Diese Elefantenpfade waren den Reisenden die Führer durch die unbekannte Wildnis. Sie brachten sie zum Wasser und gestatteten das Fahren mit den Wagen ohne gehauenen Weg durch den Busch. Heutzutage fehlen diese Wegweiser leider völlig.

Aus den Angaben von *Chapman*, der ein klareres Bild als *Baines* von dem Charakter des Landes gibt, geht hervor, daß dasselbe von mehreren großen und einem Gewirr kleiner, z. T. sehr unbeständiger Flußbetten durchsetzt wird, die in eine Fläche von rotem Kalaharisand eingeschnitten sind. Lokal, d. h. namentlich am Nordufer des Belltals, tritt roter harter Sandstein [Chalcedonsandstein? Grauwacken?] und Kalk [über dem Sandstein?] zutage.

Höchst wahrscheinlich ist das Belltal, vielleicht sogar das sog. Norton Shawtal durch Flußarme mit dem Bainestal verbunden. Die beiden „dums“ an der Motsiara grove mögen solche Verbindungsarme sein. *Chapman* sagt, daß ein Arm in das Belltal — sein Thannistal — von Kubi her „somewhere to the N.E.“ münde. Diese zweifellos auf Angaben der Buschmänner zurückgehende Notiz bezieht sich wohl auf die Niederungen und Flußarme nördlich von Kuke, die sich anscheinend zum Mündungsgebiet des Belltals in das Okavangobecken hinziehen.

Das Bainestal ist die Verlängerung der Groot Laagte. Von

der Wasserscheide zwischen Bell- und Norton Shawtal aus machte *Baines* einen Ausflug nach Süden hin. Er überschritt zuerst eine flußbettartige Vertiefung, dann einen Kessel, der vielleicht der Beginn einer Laagte war, und erreichte schließlich nach 32 km ein tiefes breites Tal. Dieses wird, seiner Karte nach zu urteilen, durch eine Insel in zwei Arme zerlegt.

Dieses von *Baines* gefundene große Flußbett liegt genau in der Mitte zwischen dem Ende der Groot Laagte, soweit es von mir besucht worden ist, und dem Bainestal. Ohne jeden Zwang läßt sich also die Verbindung zwischen beiden Betten herstellen. Letzteres ist der Unterlauf des ersteren.

Wie steht es nun aber mit dem Uniontal?

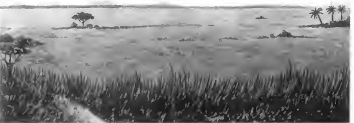
Nach Aussage der Buschmänner läßt sich das Uniontal, wie *Baines*[11]) mitteilt, zum Otschombinde, d. h. Epukiro, 16—20 km oberhalb Rietfontein verfolgen. Genau dieselben Angaben macht man aber von der Groot Laagte. Demnach ist das Uniontal wohl nur ein Arm der Groot Laagte. Es scheint sogar, daß es gerade da von dem Hauptbett abgeht, wo *Baines*, von der Wasserscheide herkommend, dieses erreichte. Denn er zeichnet auf seiner Karte an jener Stelle ein nach Süden abgehendes Flußbett. Auch paßt dieser Punkt als Ausgangspunkt des Uniontals ganz gut in die Verlängerung jenes Tals nach Westen hinein.

Wenden wir uns nun wieder dem Belltal zu, um seine Verbindung mit dem Mündungsgebiet des Bainestals und den Matanya flats zu betrachten. Etwas Bestimmtes kann man nicht sagen, indes scheint aus den Angaben von *Baines* und *Chapman*, sowie dem Wenigen, was ich selbst gesehen habe, hervorzugehen, daß eine Terrainstufe, wie auf der Südseite des Ngami, die man als die westliche Verlängerung des Nordrandes des Ngamirumpfes halten könnte, nicht existiert. Letzteres Gebiet scheint also an der Senke, in die das Uniontal mündet, zu enden. Das Okavangobecken aber scheint im Gebiet des Bell- und Bainestals keinen Gesteinsrand zu haben, vielmehr von Sandanhäufungen, zwischen denen alte Flußbetten liegen, begrenzt zu werden. An den Mündungen der Betten in die Ebene scheinen aber nackte Kalkflächen zu liegen, die mit Leboanagestrüpp bedeckt sind und eine ähnliche Beschaffenheit haben dürften, wie die Kalkflächen in den Tälern S.W. der Blaubuschpfanne, die von ²Koë an der Mündung des Denib, die Matanyaebene und die Kalkebene, die dem System der Groot Laagte westlich des ¹Gamweges eingeschaltet ist. Im einzelnen ist die Zahl und Lage dieser Kalkflächen nicht bekannt, wohl aber darf man sie wohl für Stellen halten, wo der Kalaharikalk, resp. ein Salzmergel, wie im Okavangosumpfland, zutage tritt.

Wie weit die Anhäufungen roten mächtigen Kalaharisandes vom Belltal aus nach Norden gehen, ist nicht bekannt. Im Bereich des sogenannten Norton Shawtals fehlen sie auf der Nordseite durchaus. Dieses „Tal" ist, wie ich selbst sah — und aus *Baines'* Schilderung kann man dasselbe entnehmen —, eben kein Tal. Vielmehr begrenzt eine mächtige Masse von rotem Kalaharisand eine Niederung an einer Seite, während die andere Seite keine oder nur eine ganz flach ansteigende Böschung besitzt, die man aber kaum „Ufer" nennen kann. Ganz ähnlich ist ja auch der Nordrand des westlichen Okavangobeckens gestaltet. Auch diesen Rand nennen die Buschmänner „dum", d. i. Laagte, und es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß früher nach heftigen Regen an den hohen Rändern der Sandplateaus entlang Wasser abfloß und daher auch ein flaches, mehr oder weniger zusammenhängendes Flußbett entstand.

V. Das Land westlich des Ngami.

Über das Innere des westlichen Okavangobeckens sind wir noch weniger orientiert als über seine Ränder. Zwar ist *Schinz* quer durch dasselbe gezogen, allein seine Karte ist außerordentlich mangelhaft, seine Angaben aber sehr kurz



Die Matanyaebene.

Man blickt über die vegetationsarme Kalkfläche nach Süden zum Nordrand des Ngamirumpfes, dessen ebene Plateaufläche von den Kuppen der Mabäle a pudi-Berge überragt wird.
(Nach einer Tuschzeichnung des Verfassers.)

und bieten wenig Anhalt für die Beurteilung der geologischen Verhältnisse. Ich selbst habe nur ein kleines Gebiet, 25.6 km westlich des Ngami, persönlich kennen gelernt, ein Gebiet, das freilich sehr interessant und lehrreich ist. Um so mehr bedaure ich, nicht mehr in das Innere des westlichen Okavangobeckens vorgedrungen zu sein.

Am 16. September 1898 verließ ich Belibing und folgte anfangs dem Wege nach Chause, dann direkt nach Westen dem Fuß des Plateaurandes. Der Boden ist teils tiefer Flußsand, nämlich am Rand des hier ganz versandeten Abhangs, teils schwärzlicher, harter, stauhender Schlammboden auf der Nordseite. Da Erdeichhörnchen den Boden stark durchwühlt haben, war der Weg für den Wagen sehr beschwerlich. Wir hielten mittags ca. 3.5 km westlich des flachen Hügels auf dem Plateau am Chauseweg und zogen am Nachmittag weiter. Graue und weiße, mürbe und glasige Sandsteine der Rengakaschichten und breite Flächen von Kalktuff und mürbem Kalksandstein traten auf. Zuletzt zogen wir an einem dichten Buschstreifen über tiefen, losen, grauen Flußsand entlang bis zu einem Kraal des Batauana Iponchile. Dort lagerten wir.

Am folgenden Tage unternahm ich mit einem Buschmann und einem Kaffer einen Ausflug nach Westen über die Mantanyaebene. Der Buschstreif hat nur eine Breite von einigen hundert Metern. Er steht auf hellem Sand, Gerölle von Chalcedonsandstein und Quarz sind aber so massenhaft zu finden, daß sie anscheinend in der Tiefe anstehen. Auch mürber Kalksandstein tritt in Flächen zutage.

Hat man den Buschstreifen durchquert, so öffnet sich plötzlich eine überraschende Fernsicht. Wir stehen auf einem 6—8 m hohen Sandwall, der nach 150° streicht und mit dichtem Busch bedeckt ist. Zu unsern Füßen dehnt sich aber eine weite Kalkfläche aus, in die sich nur von den Rändern her einige Bäume oder Buschstreifen auf kurze Strecken hineinziehen. Hohe Hyphaenepalmen bilden mit ihren schlanken Stämmen und luftigen Kronen einen anziehenden und charakteristischen Schmuck der Landschaft. Im Süden endet die Ebene an einem waldigen Plateaurand — der Nordplatte des Ngamirumpfes. Hinter diesem waldigen Rücken tauchen aber die bläulichen Kuppen der Mabäle a pudi-Berge auf und fesseln immer wieder den Blick. Gewähren sie doch dem Auge den gewünschten Ruhepunkt, den es in der weiten Ebene und dem unruhigen Busch vergebens sucht. Es ist ein Bild von wirklich malerischer Schönheit, wie man es in diesem Teil Afrikas nur selten trifft.

Wir zogen in westlicher Richtung durch diese Ebene hin. Der Boden war reiner Kalksandstein mit aufgearbeiteter Oberfläche. Während der Regenzeit stehen hier nämlich Teiche, in denen sich Staub, Sand und organische Substanzen anhäufen, während zugleich zahlreiche Hufe die aufgeweichte Oberfläche des mürben Kalks bearbeiten. Das Resultat ist ein sandig-kalkig-humoser „Mergel", der aber tatsächlich sehr wenig Tonerde enthält.

Eine flach ansteigende Bodenschwelle wurde überschritten, die ca. 3—4 m die Ebene überragen mag und mit Bäumen bestanden ist. Dann ging es in ein zweites Becken hinab, dessen Boden eine schwarze aschenähnliche Staubschicht bildet. Es ist lediglich ein alluvialer Schlammboden aus humosen Substanzen mit wenig Tonerde und Sand, völlig gleich dem des Ngami. Ebenso wie am See, ist er hier ein Ablagerungsprodukt in Sümpfen mit Schilfvegetation. Tausende von Schalen einer großen Mutela (?), ferner Unio kunenensis, Melania tuberculata, Planorbis salinarum, Ampullaria occidentalis, Succinea- und Physaarten — alles Bewohner des Ngami und Tauche — bedecken die Oberfläche eines vielleicht erst vor wenigen Jahrhunderten dauernd trockengelegten Seebodens.

Der staubige trockene Schlammboden war von zahllosen Bauten der Erdeichhörnchen durchwühlt. Mit jedem Tritt fast brach der Boden ein und den so gelockerten, zermalmten Staub trug der Wind in großen Wolken davon.

Große Herden von Gnus, Springböcken, Straußen beleben diese Ebenen. Auch Giraffen sind keineswegs selten. Wiederholt kamen auch wir in die Nähe mehrerer Gnuherden, die, in schwarze Staubwolken gehüllt, in tollen Sprüngen davongaloppierten.

Um 9 Uhr erreichten wir den Westrand der Ebene, die hier eine flache Vertiefung — Yánts-a — bildet. Der Rand besteht aus einer flach ansteigenden, aus härterem Kalksandstein gebildeten Böschung. Hohe Akazien, Motswerebäume und niedriges Lehoanagestrüpp bedecken sie. Diese Randzone hat eine Breite von 3¼ km. Dann folgt ein langer schmaler Lagunenwall, der ca. 10 m hoch und nur 60—100 m breit ist. Er streicht in südöstlicher Richtung nach 135°, in nordwestlicher Richtung aber nach 325°, ist also etwas nach Westen hin eingebogen.

Westlich des Lagunenwalls liegt eine neue Senkung, die jedoch mit Sand ganz erfüllt ist und weiterhin in ein welliges, mit dichtem Buschwald bestandenes Sandgebiet übergeht. Man erblickt am westlichen Horizont zwei flache Kuppen, die, wie die Kartenkonstruktion ergeben hat, die Hügel q^1 und q^2 der Nordplatte des Ngamirumpfes sein dürften. Der Nordrand dieser Platte, der ja die Matanyaebene im Süden begrenzt, setzt sich anfangs noch deutlich nach Westen hin fort, bis er sich in dem welligen Buschland verliert.

Auf dem Rückweg durchzog ich die Matanyaebene in mehr südlicher Richtung und erreichte am Nachmittag das Lager bei Ipenchiles Kraal.

Die Matanyaebene ist eine Fläche von 16 km Länge (W.S.W.—O.N.O.) und 13 km Breite (N.N.W.—S.S.O.). Von dem Seeboden des Ngami wird sie durch einen langen Lagunenwall aus Sand getrennt. An der Basis dieses Sandwalls tritt jedoch soviel Chalcedonsandstein in Stücken auf, daß man annehmen muß, es läge der Sandwall auf einem ursprünglichen Rücken aus Chalcedonsandstein.

Die südliche Grenze bildet der Nordrand des Ngamirumpfes. Wahrscheinlich liegen an seinem Fuß ähnliche Sandmassen, wie zwischen dem Ngami und dem Plateaurand. Die Westseite ist auch ein Sandwall von sehr geringer Breite, der sich nach Norden hin mit dem östlichen Sandwall vereinigt.

Diese Wälle stehen mit ihrer Basis nicht im Niveau der Ebene, sondern auf einer flachen Böschung aus härterem Kalksandstein. Der Boden der Niederung ist teils der Kalksandstein, teils umgearbeiteter Kalkschlamm, teils besteht er aus den beschriebenen jüngeren Schlammablagerungen ehemaliger Schilfsümpfe. Erwähnen will ich noch, daß in diesen Ebenen die wilden Melonen — Mokate oder Tsama — so häufig sind, daß sich hier jahraus, jahrein das Wild in großen Herden ohne Wasser zu trinken aufhalten kann. Die Kalkflächen aber dienen den Tieren als Salzlecken.

Nordwestlich der Matanya liegt eine zweite Ebene von dem gleichen Charakter, die ²Gaikíje heißt und von dem Lager der Polizeitruppe Maschabing 12 miles (19—20 km) westlich liegen soll.

Das Gebiet westlich der Matanya-Ebene scheint, von dem Sandwall gesehen, aus einem Gewirr von Lagunen und alten Flußbetten zu bestehen. Die Aussagen der Buschmänner bestätigen diese Auffassung. Nämlich eine halbe bis eine Tagereise westlich von Yánts-a (also innerhalb 16—30 km) liegt ein großes Flußbett Toé. In der Nähe der Hügel aber, die vom Sandwall sichtbar waren, liegt Gaudjo, anscheinend eine an Vleys reiche Gemarkung. Die Buschmänner in Kubi nannten aber das große Flußbett im Norden ¹Gautscha (Büffelwasser). Bedeuten beide Worte dieselbe Lokalität?

Gedolt, der langjährige Diener Van Zeyls und Mörder eines seiner Söhne, der das ganze Land gut kennt, beschrieb mir den Weg vom Ngami nach der Groot Laagte folgendermaßen. Von dem See kommt man nach den Pataune

(= Matanya), dann in einem kleinen Trek zu einer kleinen Sandpfanne Méchu (4—5 miles). Nach zwei langen Treks (ca. 20 miles) erreiche man Twen (d. i. Toé), die Mündung eines großen Flußbettes mit einer Vley. In dieser Laagte läge weiter aufwärts die Vley ²Gého. Folge man dem Flußbett aufwärts, so gelange man nach einigen langen Treks nach ²Ori²ka, ²Kalus, ²Goatsa und ²Kitsa. ²Kalus sollen die Pfannen in der Groot Laagte sein, die uns als Stützpunkt auf der Reise nach ¹Gam dienten.

Aus diesen Angaben, deren Zuverlässigkeit bis zu einem gewissen Grade durch die Übereinstimmung mit den Aussagen der Buschmänner bezüglich des Toe oder Twen bewiesen wird, geht wohl hervor, daß das Flußbett Toe lediglich ein Arm des Bainestals ist, der in das westliche Okavangobecken einmündet.

Wenn ich die Aussagen meiner Gewährsmänner und die gemachten Beobachtungen richtig deute, so liegt also westlich der Matanyaebene ein Gebiet, in das einst der Bainesstrom mit einem oder vielleicht mehreren Armen und unter Bildung von Lagunen, die durch Sandwälle abgegrenzt werden, einmündete. Die Matanyaebene stellt dagegen die Oberfläche des Kalaharikalks vor, die gar nicht von Flußsanden und nur wenig von jüngeren alluvialen Sumpfablagerungen bedeckt worden sind. Die Sandmassen des Bainestales haben die Matanyaebene nicht mehr erreicht. Andererseits ist dieselbe aber auch nicht von den Flußsanden des Tauche ausgefüllt worden. Es war also ein neutrales Gebiet zwischen jenen großen Strömen. Wir werden bei Besprechung der Ablagerungen im Ngami noch weitere Stützen für solche Auffassung finden.

Auf einen Punkt muß noch besonders aufmerksam gemacht werden, nämlich die Entfernung der jungen alluvialen Ablagerungen durch den Wind. Der schwärzliche Schlammboden wird von zahllosen Löchern der Erdeichhörnchen durchwühlt und durch Tausende von Füßen zerstampft. Über die freien Grasflächen streicht nun der Wind mit voller Kraft. Jeder Fußtritt wirbelt zerstäubten Schlammstaub auf, gewaltige Staubwolken begleiten jede der zahlreichen Antilopenherden selbst bei ruhiger Luft. Schwarz ist aber der Himmel, wenn ein Sturm über diese offenen Flächen braust. Der Effekt ist der, daß die Schlammalluvien entfernt werden, bis die Kalkoberfläche zutage tritt, die langsamer angegriffen wird, indem sie während der Regenzeit von den Hufen der Tiere zerkleinert wird.

Die Zerstörung des Schlammbodens in den Mantanyaebenen muß sehr bedeutend sein. Ich habe den Eindruck gewonnen, daß die Schlammflächen, die wir heutzutage nur noch in besonders tiefen Niederungen innerhalb der Ebene finden, nur die letzten Reste einer ehemals geschlossenen, sehr viel mächtigeren Schlammschicht sind. Bei der Flüchtigkeit des Staubes muß die Zerstörung sehr schnell vor sich gehen, zumal ruhige unbewegte Luft hier selten ist.

Rückblick.

1) Die topographischen Verhältnisse.

Das westliche Okavangobecken hat eine sehr scharfe Begrenzung im N.W. durch den langen Sandrand des Kaukauplateaus und im Süden durch den Ngamirumpf. Auf der Südwestseite ist die Begrenzung weniger ausgesprochen, resp. bekannt. Wohl ist in der Gegend der Blaubuschpfanne eine deutliche Sandböschung vorhanden, allein diese ist nicht der Rand eines geschlossenen Plateaus, sondern eines unruhigen Sandfeldes, dessen Wellentäler und Niederungen bis auf das Nivoau des Okavangobeckens hinabgehen dürften. Weiter östlich aber wird das Randgebiet von den Mündungen gewaltiger Flußbetten beherrscht, und es ist sehr fraglich, ob daselbst überhaupt ein scharfer Rand vorhanden ist. Das

Innere des Beckens ist dagegen anscheinend eine wirkliche Ebene, die z. B. im Gebiet von ²Gabba eine auffallend horizontale Fläche bildet, eben wie der Spiegel eines großen Sees.

Für die Oberflächenverhältnisse des Gebiets, südwestlich des Beckens ist die Existenz einer Bodenschwelle zwischen der Groot Laagte und dem Okavangobecken von größter Wichtigkeit.

Das Nordufer der Groot Laagte ist ca. 1200 m hoch, ebenso hoch wie das südliche Chansefeld. Von da ab senkt sich das Land nach N. zum Westende des Beckens herab:

²Ganna 1130 m,
²Amaku 1080 m,
Blaubuschpfanne 1030 m.

Diese Bodenschwelle dürfte sich nach N.O. fortsetzen und die Wasserscheide zwischen Belltal und Norton Shawtal bilden.

Die Ebene, die an der Groot Laagte 1190—1200 m erreicht, scheint, sich nach Osten hinziehend, allmählich in die Chalcedonsandsteinplatte überzugehen, die die Zentralsenke des Ngamirumpfs im Westen begrenzt und gegen das nördliche Chansefeld mit langem, durch Täler gegliedertem Rand und vorgeschobenen Hügeln abfällt. Es mag in seinen Ausläufern eine Meereshöhe von ca. 1120 m erreichen. Demnach müßte sich die Ebene von der Groot Laagte nach O. allmählich, d. h. um rund 70—80 m, also um ca. 1 : 1000 m senken, da der Abstand rund 80 km beträgt.

Bedeutender ist der Abfall im Verlauf der Groot Laagte (Sehlo 1160 m am ¹Gamweg) zum See (945 m) um 215 m, also bei einem Abstand von 150 km um ca. 1 : 700 m.

Noch stärker ist die Neigung nach N., nämlich zwischen

Groot Laagte und ²Ganna 1 : 500,
²Ganna — ²Amaku sogar 1 : 200 m,
²Amaku — Okavangobecken höchstens 1 : 500 m.

Demnach erfolgt der Hauptabfall der Bodenschwelle zwischen ²Ganna und ²Amaku und diese dürfte mit der nahe gelegenen Wasserscheide zwischen dem sog. Norton Shawtal und Belltal zusammenhängen.

In Übereinstimmung mit der Annahme einer solchen Bodenschwelle steht die Verteilung der Flußläufe. Nordwestlich und südöstlich jener befindet sich je ein Flußsystem.

Ein anscheinend bedeutendes Flußbett mündet an der Westecke in das Becken, dem Abfall des Kaukauplateaus parallel laufend. Von Süden her münden in dasselbe eine Anzahl von flußbettartigen Niederungen mit Kalkboden. Vielleicht gehört auch die Laagte ²Amaku dem System dieses Flußbettes an, das vielleicht der Rooibecklaagte, die die Buren in der Omaheke kreuzten, entspricht und jedenfalls hier Rooibecklaagte (?) genannt werden soll.

Eine andere Serie flußbettartiger Niederungen ist mit nordöstlichem Verlauf gegen das Okavangobecken gerichtet und mündet vielleicht in dasselbe, z. B. die Niederung von ²Gonukai.

Südöstlich der Bodenschwelle liegt das gewaltige System der Groot Laagte, die sich wahrscheinlich von Epukiro abzweigt. Vor der Einmündung in das Okavangobecken teilt sie sich in mehrere große Arme, die z. T. in die Zentralsenke des Ngamirumpfes münden. Das Belltal scheint durch Anastomosen mit dem Bainestal zusammenzuhängen, aber ganz klar ist seine Stellung nicht.

Außer den großen Betten gibt es nun aber ein Gewirr von kleineren Flußläufen, die sich nicht auf weitere Strecken verfolgen lassen, schnell verschwinden und keinen gesetzmäßigen Verlauf haben, sowie flache Niederungen und Kesselgebilde, auf die schon *Chapman* hinweist.

2) Die geologischen Verhältnisse.

Noch weniger als in den bisher besprochenen Gegenden spielt festes Gestein dem Sand gegenüber eine Rolle. Grundgestein wurde nur einmal beobachtet, nämlich Chansegrauwacke als Stufe N.W. von Kubi und Kuke.

Die Botletleschichten werden ausschließlich durch Chalcedonsandsteine vertreten, die durchaus den eingekieselten Varietäten gleichen. Auch brecciöse Chalcedonsandsteine mit Chalcedonstücken fehlen nicht. Sie bilden den Boden der Groot Laagte und bauen vor allem das hüglige Land nordwestlich von Kubi auf. Das brecciöse Gestein bildet daselbst z. B. einen kleinen Hügel i, und zwar liegt es oben auf dem Gipfel über solidem Chalcedonsandstein. Die Hügel und Platten dieses Gebiets entsprechen durchaus den Hügeln aus Chalcedonsandstein in der Zentralsenke, z. B. dem Matobobolugwe.

Die roten Sandsteine, die *Baines* und *Chapman* aus dem Belltal und der Wasserscheide erwähnen, mögen auch Chalcedonsandsteine sein.

Der Kalabarikalk muß eine sehr große Verbreitung haben, obwohl er nur lokal zutage tritt. Aber fast überall, wo überhaupt das Liegende des grauen Sandes der Grasflächen aufgeschlossen ist, kommt Kalk zum Vorschein und zwar ausnahmslos ein mürber, oft tuffähnlicher, salzhaltiger Kalksandstein, der Gastropoden enthalten kann. Er bildet anscheinend eine geschlossene Unterlage unter den Grasflächen nördlich des Chansefeldes, z. B. auch in den Buchten der Chalcedonsandsteinhügel. Brocken in dem grauen Sand der Kessel und Talsohlen deuten auch im Gebiet des Union- und Bainestals den Kalkboden an. Flächenhafte und vertikale Aufschlüsse sind z. B. in Groot Laagte zu finden.

Nördlich der Bodenschwelle fehlt er auch nicht in Talsohlen und Niederungen, tritt sogar manchmal in breiten Flächen auf — ²Amaku.

Innerhalb des Okavangobeckens scheint der Kalksandstein durchweg unter dem Sand zu liegen. Vor der Einmündung der Flußbetten — Denib, Belltal — ist er aufgeschlossen, während der Sand fehlt. Das Gleiche ist der Fall zwischen dem Ngami und den Mündungen des Bainestals, wo die Matanyaobeno u. s. w. sandfreie Kalkflächen bilden.

Bemerkenswert ist das Fehlen des Kalks auf den Hügeln von Chalcedonsandstein. Dieselben sind nicht mit Kalkrinden überzogen, während die Ebenen zu ihren Füßen einen Kalksandsteinboden besitzen.

Der Kalaharisand besteht, wie in anderen Gegenden aus rotem und grauem Sand.

α) Der rote Sand tritt hauptsächlich in zwei Formen auf, einmal als Anhäufung im Gebiet der Flußläufe, sodann auf Hügeln und Plateaus.

Ein gewaltiger Wall roten Sandes begleitet die Groot Laagte auf dem Südufer in einer Breite von 10—15 km. Er erreicht an dem Ufer des Flußbetts eine Mächtigkeit von mindestens 20 m und eine noch breitere Zone liegt auf dem Nordufer. Freilich sind dort die Verhältnisse weniger klar, weil keine Grasebene folgt, wie im Süden, sondern ein unruhiges, von Niederungen und Wellen durchzogenes Sandfeld.

Gewaltige Sandmassen sind in dem Gebiet des Union- und Bainestals aufgehäuft. Wie den Epukiro südlich von Sandpits, begleiten lange Wellen roten Sandes das Bainestal und dieses selbst ist mit mächtigen Sandmassen verstopft. Im Mündungsgebiet selbst dürften diese enorm sein. Die Sandanhäufungen westwestlich von Yauts-a sind jedenfalls sehr bedeutend. Daß die ²Amaku-Laagte von hohen Sandwällen eingeschlossen ist, mindestens auf dem Ostufer, war deutlich erkennbar. Auf den Denib sei hier noch nicht eingegangen.

Die zweite Form, in der der rote Sand auftritt, ist die Anhäufung auf Anhöhen, die z. B. an den Hügeln N.W. von Kubi sehr gut zu studieren ist. Diese werden von Massen roten Sandes einfach überwältigt. Vor allem umgeben diese

den Fuß der Hügel und, wenn überhaupt noch Gestein vorkommt, tritt es in Brocken und Blöcken unter dem Sand auf dem Gipfel zutage.

Der rote Sand ist stets von ödem, dichtem Kalaharibusch bedeckt.

β) Der graue Sand kommt auch in zwei Formen vor.

Einmal bedeckt er die weiten Grasflächen und wahrscheinlich liegt er dort als eine nur mäßig dicke Decke auf Kalksandstein. Er ist dann mäßig humos und auch nicht gerade kalkarm.

Die andere Art ist dagegen ziemlich stark humos, dunkel- bis schwärzlichgrau, ziemlich bindig und wasserhaltend. Der Boden der Vleys, der Niederungen und Kessel besteht aus solchem humosen Sand. Äußerlich ist er nicht selten hell bis weiß, indes rührt die Farbe lediglich von der hellen Sandhaut her, die hier, wie überall, die Oberfläche des Sandfeldes bedeckt. Ein üppiger Vleybusch — Bonte Veld oder Elandveld — ist die für diesen Sand charakteristische Vegetationsdecke.

In dem Übergangsgebiet zwischen dem roten Sand, der die Flußläufe begleitet, und dem grauen Sand der Grasebenen findet ein Übergang in der Weise statt, daß anfangs rundliche Flächen grauen Sandes im roten auftreten, die größer werden, und schließlich wird der rote Sand seinerseits auf flache Wälle und Inseln beschränkt, die mit dichtem Busch bestanden sind. Solche Übergänge sind südlich der Groot Laagte und im Okavangobecken gut zu studieren.

In andern Fällen aber bestehen weite Strecken des Sandfeldes aus einem rötlichgrauen Sand, der seiner Beschaffenheit nach eine Mischung zwischen beiden Sandarten ist und auch allmählich in grauen, wie in roten Sand übergehen kann. Er bildet weite leicht wellige Flächen, namentlich im Innern des Okavangobeckens. Seine Vegetationsdecke ist wohl ein Buschwald, der indes nicht aus typischen Kalaharibäumen allein besteht, sondern auch Formen des Vleybusches enthält. Also auch in dieser Hinsicht bildet er ein Mittelding zwischen den beiden Sandarten.

In dem Okavangobecken geht der Kalaharisand ganz allmählich in das Alluvialland des Taucho über, und zwar entspricht der rote Sand den Anhäufungen der weißen Flußsande, der graue den Schlammablagerungen der Sümpfe. Wir wollen aber erst später im Anschluß an die Darstellung des Tauchegebiets die Art des Übergangs verfolgen.

Decksand hat nur N.W. von Kubi Verbreitung und gehört dem nördlichen Chansefeld an.

Alluviale Bildungen kommen lokal vor, nämlich die Sande innerhalb der Flußbetten. Sie haben große Ähnlichkeit mit den Kalaharisanden, treten in denselben Formen auf und bilden in breiten versandeten Teilen der Betten ganz ähnliche Oberflächenformen, wie das hochgelegene Sandfeld sie aufweist, d. h. Niederungen mit Vleybusch und Erhebungen mit Kalaharibusch.

In der Groot Laagte wurden die Sande durch einen Schacht erschlossen. Sie haben dort 20 Fuß Mächtigkeit und gehen über der Talsohle, die aus Chalcedonsandstein besteht, in Schotter über. Sie liegen in einer in Kalaharikalk und Chalcedonsandstein eingeschnittenen Stromrinne.

Folgerungen.

Über das Grundgestein und seine Oberfläche erfahren wir nichts.

1) Die Botletlezeit.

In der Botletlezeit ist die Periode der Einkieselungen deutlich ausgesprochen, auch ist eingeschaltet eine Periode der Insolationswirkung auf die verkieselten Gesteine, die sich in Zerspringen zu eckigem Schutt geäußert hat.

Letzterer wurde aber nachträglich wieder durch Sand und Chalcedon verkittet. So entstanden die Chalcedonbreccien.

Betrachtet man die Hügel, Rücken und Platten N.W. von Kubi, die aus Chalcedonsandstein bestehen, bedenkt man ferner die Entstehung dieses Gesteins durch Verkittung von lockerem, reinem Sand, so fragt man sich, ob die verkitteten, und zwar lokal verkitteten Sande nicht einem alten Dünengebiet angehört haben mögen, einem Sandfeld der Wüste, das die Niederungen in der Zentralsenke einnahm und sich westlich des Ngamirumpfes hinzog. Es ist eine Tatsache, daß der Dünensand in einiger Tiefe feucht ist, und wenn dann die zirkulierenden Lösungen, die ja auch aus der Tiefe nach oben steigen könnten, gelöste Kieselsäure, vielleicht mit Alkalikarbonaten zusammen enthielten, so war eine kieselige Verkittung recht wohl möglich. Wurde später der lockere Sand durch Wind oder durch die Niederschläge der Kalaharikalkzeit entfernt, so konnten die verkitteten Partien als Blöcke, als Schellen, als Stöcke, je nach ihrer Form und Größe, freigelegt werden. Isolierte Hügel aus Chalcedonsandstein, wie z. B. der Matobologwe und die andern isolierten Hügel, könnten so entstanden sein. Man braucht zu ihrer Erklärung also nicht die Zerstörung einer zusammenhängenden Ablagerung von Chalcedonsandstein anzunehmen, die einst die Zentralsenke erfüllt hätte. Ein wie lokales Phänomen die Einkieselung unter Umständen ist, war ja an den Rengakaschichten direkt zu beobachten.

Die erste Periode der Kalkablagerung und die zweite der Verkieselung sind hier nicht nachweisbar.

2) Die Ablagerung des Kalaharikalks.

Während der Zeit, in der sich der **Kalaharikalk** bildete, lagen ausgedehnte Becken mit Brackwasser zu beiden Seiten der Bodenschwelle und in ihnen fand die Kalkabscheidung statt. Diese Seen waren wahrscheinlich durch Wälle und Höhenzüge von Chalcedonsandstein getrennt, wie z. B. die Matanyaebene und die Kalkfläche an der Groot Laagte, die durch Erhebungen von Chalcedonsandstein auf der Ostseite begrenzt werden. Bei der Höhendifferenz von 215 m — Groot Laagte (1160 m), Ngami (945 m) —, die die verschiedenen Kalkflächen aufweisen, ist die Existenz mehrerer getrennter Becken wahrscheinlich. Diese Becken müssen von außerhalb Zuflüsse erhalten haben, die den Kalk herbeiführten. Durch Pflanzen und teilweise vielleicht rein chemische Umsetzung erfolgte die Kalkabscheidung, während der Sand des Kalksandsteins wohl durch Winde eingeweht oder durch Zuflüsse eingeschwemmt wurde.

Auf den Chalcedonsandsteinhügeln fehlen Kalkrinden. Das ist bei dem Fehlen von Kalk in den eingekieselten Chalcedonsandsteinen auch ganz verständlich, wofern man jene für ausgeblühte Kalkkrusten hält. Dagegen sind sie, wie zu erwarten, auf den Chansegrauwacken der beschriebenen Stufe vorhanden.

3) Die Ablagerung des Kalaharisandes.

Die gewaltige Anhäufung des Sandes an den Ufern der Flußbetten spricht aufs entschiedenste für eine Ablagerung durch Flüsse. Die zahllosen großen und kleinen Betten können nur in fließendem Wasser entstanden sein. Wie bei Rietfontein liegen die Sande an der Groot Laagte 1200 m hoch. Weit und breit muß das Land vorübergehend unter Wasser gesetzt worden sein und bei der beträchtlichen Neigung der Ebenen müssen die Fluten schnell dahingebraust sein, gewaltige Sandmassen mit sich reißend, über die Ufer der Flußläufe werfend und zu langen Uferwällen anhäufend. Die rundlichen Kessel in dem tiefen Sand dürften ausgestrudelte Kolke sein, wie die Flußbetten ausgerissene Rinnen.

Das Wasser erodierte an geeigneten Stellen auch das feste Gestein, so z. B. an der Groot Laagte die harten zähen Chalcedonsandsteine 20 Fuß tief.

Das Schotterlager auf der Sohle des Tales beweist die Energie des damals fließenden Wassers.

Mit der Abnahme der Niederschläge und Fluten mußten die Flußbetten weil sie nicht mehr soviel Sand mit sich führten und auf ihr eigenes Bett beschränkt wurden, letzteres z. T. vertiefen und ausfegen. Die Kessel und abgeschnürten Flußläufe waren wohl lange Zeit hindurch stets oder periodisch Wasser führend, so daß sich schlammiger, humoser Boden bilden konnte. Aus demselben entstand dann später der graue humose Sand, wie wir in einem späteren Kapitel sehen werden.

In den breiten, noch Wasser führenden Tälern, die wohl periodisch besonders stark Wasser führten, entwickelten sich nun im kleinen ähnliche Bildungen, wie einst im großen auf der Oberfläche des heutigen Sandfeldes, nämlich Kessel, Rinnen, Sandanhäufungen, und machten diese mit der Abnahme auch dieses Wassers die gleiche Entwicklung und die gleichen Veränderungen durch, wie jene des großen Sandfeldes, daher die auffallende Ähnlichkeit zwischen den Sandflächen innerhalb und außerhalb der großen Flußbetten.

In diesen Rinnen und kesselförmigen Niederungen liegen die heutigen Vleys. Zum Teil dürften dieselben ursprüngliche Wasserkolke sein, die alljährlich mit Regenwasser gefüllt wurden. Allein ich möchte doch glauben, daß die meisten der runden Schüsseln, die in langen Rinnen oder größeren Kesseln liegen, ihre heutige Form ganz wesentlich tierischer Erosion verdanken, den Rhinocerossen, Elefanten und vielleicht auch Büffeln, die sich in dem Schlamm gewälzt und z. T. direkt Gruben und Wannen ausgewühlt haben, sowie der Schlammausfuhr durch alle trinkenden Tiere.

Dem periodischen Anschwellen der Flußläufe in späterer Zeit, d. h. während des Rückganges der Niederschläge und Fluten verdanken wohl die Kalkflächen an den Mündungen der Täler in das Okavangobecken ihre Entstehung. Am Denib gewann ich jedenfalls durchaus den Eindruck, daß der Sand von der vorhandenen Kalkfläche durch kräftige Fluten aus der Hauptmündung weggefegt worden sei. Auch scheinen die flußbettartigen Niederungen mit humosem Sand, die so massenhaft Vleys enthalten und sich an den Sandrändern des Okavangobeckens hinziehen, ihre Entstehung den gleichen periodischen Fluten der Flüsse zu verdanken. Besonders die Rooibocklaagte (?) würde hierbei mitgewirkt haben.

Ein wichtiger Hinweis auf die Entstehung der roten und grauen Sande fand sich in dem Übergangsgebiet zwischen dem Sandfeld und den Alluvien des Tauche. Die roten Sande entsprechen den weißen aufgehäuften Flußsanden, die grauen aber den Schlammablagerungen der Sümpfe. Wir können aber auf die Beziehungen zwischen den Sanden der Kalahari und den Ablagerungen des heutigen Sumpflandes erst eingehen, wenn wir letztere genauer kennen gelernt haben werden.

Weisen nun auch die Verhältnisse des Kalaharisandes mit aller Entschiedenheit auf eine Ablagerung im Wasser hin, so haben doch Winde bei seiner Verbreitung sicherlich auch eine Rolle gespielt. Das beweist die Überschüttung der Hügel N.W. von Kubi mit rotem Sand. Manche Bildungen, wie z. B. der lange Lagunenwall westlich von Yants-a, die langen Sandwellen S.W. der Blaubuschpfanne, sowie überhaupt das Sandgehänge daselbst und am Kankauplateau, mögen nicht unwesentlich dem Wind ihre jetzige Gestaltung verdanken.

Solche Windwirkung könnte in folgender Weise zustande gekommen sein. Einmal wäre es denkbar, daß die Flußsande sofort nach dem Ablaufen der Fluten, also mit der einsetzenden Trockenheit, vom Winde erfaßt und fortgejagt werden konnten, weil wegen der starken Strömung keine Vegetation vorhanden war. Das ist möglich, allein man darf nicht außer acht lassen, daß sich dichte Vegetation trotz starker Überschwemmungen und reißender Fluten recht oft ansiedelt und behauptet. Möglich ist es auch, daß während der Pluvialzeit periodische

Trockenzeiten eintraten, die den Interglazialzeiten entsprechen könnten, und daß während solcher Perioden die Flußsande erhebliche äolische Umlagerung erlitten haben. Wir wollen diese Frage im Auge behalten.

Anmerkungen.

[1]) *Baines*: Exploration in S. W. Africa. London 1864. S. 324.
[2]) — l. c. S. 379.
[3]) *Chapman*: Travels in the Interior of South Africa. London 1868. II. 14.
[4]) — l. c. II. S. 28.
[5]) *Baines*: l. c. S. 334.
[6]) *Chapman*: l. c. II. 21.
[7]) — l. c. II. S. 28.
[8]) — l. c. II. S. 28.
[9]) — l. c. II. 16.
[10]) — l. c. II. S. 16.
[11]) *Baines*: l. c. S. 320.

Kapitel XXII.

Das südliche Kaukaufeld.*)

Die Bereisung dieses Gebiets fällt ausschließlich in den April und Mai 1898, nach der Rückkehr vom Ngamisee. Gehen wir bei der Betrachtung des Landes von ǀGam aus.

1) Das Land zwischen ǀGam und ǀKaiǀkai.

Die Pfanne von ǀGam liegt auf einer welligen Hochfläche, 2—3 km nördlich des Denib, am Südrand einer flachen Schwelle, die aus einem fein- bis mittelkrystallinem Dolomit von weißer, grauer, bläulicher Farbe besteht und stellenweise zahlreiche Pyritdodecaeder enthält. Die Gesteinsliste enthält sechs Proben solchen Dolomits aus der unmittelbaren Nähe der Pfanne. (Nr. 338—343.)

Die Pfanne selbst ist eine rundliche, ca. 2 m tiefe und ca. 150 m breite Einsenkung in dem Dolomit. Diese Senkung ist mit einem löcherigen zerfressenen Kalktuff erfüllt. Am westlichen Ende der Pfanne liegt ein rundes, mehrere Meter breites Brunnenloch, das in den Dolomit hineingearbeitet worden ist und zur Zeit meiner Anwesenheit ganz mit Wasser erfüllt war. Am Ende der Trockenzeit soll es jedoch oft leer sein.

Nach Süden hin geht die Pfanne in eine Laagte über, die sich zum Denib erstreckt und vor der Einmündung in dieses Flußbett mit einer andern aus N.W. kommenden Laagte vereinigt. Beide sind mit einer Lage von Kalktuff erfüllt, die sich in den einstigen Bachbetten abgesetzt hat. Die kleine ǀGamlaagte ist lediglich der Abfluß der früher überlaufenden ǀGampfanne.

Dolomit und Kalktuff sind nur kleine, aus dem Meere roten Sandes auftauchende Inseln. Das wird jedem sehr bald klar, der in die nächste Umgebung von ǀGam Ausflüge macht. Eine Zone tiefen roten Sandes trennt die Pfanne vom Denib. Im Westen und Norden erreicht man schon nach wenigen hundert Metern die Böschung des Sandes. Es ist roter, feiner typischer Kalaharisand, nicht zu unterscheiden von dem roten Sand der Niederungen. Im S.W. unterbrechen lediglich die schmalen Kalkbänder der beiden ehemaligen Bäche den tiefen roten Sand. Dagegen tritt das Grundgestein in ostnordöstlicher Richtung auf weitere Erstreckung hin in Schellen und Buckeln zutage. Dieses Gebiet bereiste ich auf der Tour nach ǀKaiǀkai.

Als ich von der Blaubuschpfanne zum Ngami gezogen war, um Proviant zu holen, fand ich bekanntlich bei meiner Rückkehr nach ǀGam (29. März) das

*) Hierzu Blatt 8, 18 und 20.

Gros der Wagen unter Mr. Powrie nicht mehr im ¹Gamfeld, sie waren nach ²Garu und ¹Kai¹kai gezogen. Da die Buschmänner meinten, ich könnte sie dort noch einholen, beschloß ich, allein mit einem Packtier unter Führung zweier Buschmänner dorthin zu gehen. So verließ ich denn schon am folgenden Morgen (30. März) ¹Gam. Der Marsch ging in ostnordöstlicher Richtung über eine wellige Ebene. Rötlicher Decksand überzieht alles Gestein, das nur in vereinzelten Blöcken und kleinen Flächen zutage tritt. Es ist der beschriebene Dolomit, der mit jungen Kalkrinden überzogen ist. Die Vegetation ist ein lichter Steppenwald, und zwar sind es für den Decksand charakteristische Bäume wie Moloto, Motswere, Mangana, Mokabi, auf lokalen Anhäufungen des Sandes auch dichter Mochononobusch. Auch Mossetlá — Peltophorum africanum — kommt hier vor. Der Boden ist mit rankenden Kräutern und Gras bedeckt.

Außer mehreren Sandpfannen passiert man zwei Kalkpfannen, Tuturúga und ²Naissóba. Es sind lediglich 200—300 m lange, rundliche Flächen von Dolomit (Nr. 286, 287), leicht schüsselförmig vertieft und von einem 1—2 m hohen flachen Rand aus hartem Sinterkalk mit Sinterstruktur umgeben (Nr. 303).

Nach $3\frac{1}{2}$ stündigem Marsch erreichten wir die Pfanne ²Kau²ganna, wo wir rasteten. Sie besteht aus zwei kleinen Dolomitflächen mit Umrandung von hartem Sinterkalk (304). Letzterer weist nicht nur sehr schöne Sinterringe, sondern auch deutliche Spuren beginnender Verkieselung auf. Auf dem Boden der kleinen, westlicher gelegenen Dolomitfläche ist ein mannstiefes Brunnenloch in das harte Gestein eingesprengt worden.

Die Pfannen der hiesigen Gegend ähneln also den Pfannensandsteinflächen des Chansefeldes, nur sind die Felsflächen in diesem Fall krystallinischer Dolomit. Die Umrandung von hartem Sinterkalk ist die gleiche. Daß hier eine frühere Kalktuffausfüllung verschwunden ist, ist nicht unwahrscheinlich, zumal ja die tiefe ¹Gampfanne tatsächlich noch mit zelligem Tuff erfüllt ist.

Um 1 h 45 m brachen wir wieder in nordnordöstlicher Richtung auf. Sofort hinter der Pfanne beginnt tiefer roter Kalaharisand mit dichtem Mochononobusch. Mit einem Schlage befindet man sich wieder in der Kalahari. Auf dem Plateau des Kaukaufeldes sieht die Sandsteppe also ebenso aus, wie weiter im Süden. Auch rundliche Senkungen und Ebenen mit grauem Vleysand, Vleybusch, Sandpfannen, sowie Kalkknollen in dem grauen Sand fehlen nicht. Hier und dort wird das Horn des ²Koa²nacha-Berges (= Elefantenzahn) im Osten sichtbar, und bald nach 5 Uhr hatten wir auch den ersten Blick nach Norden auf die langen Reihen der ¹Kai¹kaiberge, von deren Existenz bisher niemand eine Ahnung hatte. Auch ich hatte noch nichts von diesen Bergen gehört, trotz so vieler Erkundigungen bei den Buschmännern über das Land. Gegen $\frac{3}{4}6$ Uhr schlugen wir im Busch das Lager auf.

Am 31. März waren wir um 6 Uhr unterwegs. Immer derselbe rote Sand und Kalaharibusch, nur stellenweise von Strecken harten grauen Sandes mit Vleybusch unterbrochen. Um halb neun erreichten wir den ²Kudum, ein Flußbett, das sich in west-östlicher Richtung zum Okavangobecken begibt. Es ist ca. 120 m breit. Die Ufer bestehen aus rotem Sand, der etwa 10 m hohe flach ansteigende Böschungen bildet. Auf der Nordseite ist eine 3—4 m hohe Stufe aus Kalaharikalk vorhanden, der in einer 200 m breiten Zone zutage tritt, bevor der tiefe Kalaharisand das Gestein verhüllt. Es ist mürber Kalksandstein, lokal als harter Rindenkalk ausgebildet (Nr. 305).

Wieder folgt der tiefe rote Sand mit dem häßlichen Mochononobusch. Nach einer Mittagspause von 11—1 Uhr ging es weiter. Immer dasselbe Bild. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden passierten wir einen Strich grauen Sandes mit Vleybuch. Sogar Mossetlabäume waren hier zahlreich; der Sand kann also nicht tief sein. Dann folgte aber wieder der rote Sand bis dicht an die Pfanne von ¹Kai¹kai, die wir nach 4 Uhr erreichten.

Hier fanden wir die Wagen nicht mehr vor. Sie waren in ostsüdöstlicher Richtung abgezogen.

Die Pfanne von ^{1}Kai^{1}kai ist ein flaches Becken von viereckiger Form, die Ausbuchtung einer Laagte. Ihr Durchmesser beträgt ca. 300 m. Sie ist von einem hohen, aber schmalen Waldstreifen umgeben, auf den nach außen hin Kalk folgt. Auch am Rande der Pfanne tritt harter Sinterkalk in großer Menge auf. Das Innere ist aber schwarze, humose Sumpferde, auf der eine dichte Schilfmasse wächst. Ein Brunnenloch ist am Rande dieses Schilfs in den schwarzen Morast gegraben und enthielt ziemlich viel Wasser.

Am Abend traf ein großer Zug von Schwalben ein, die von Süden herkamen und sich mit ohrenzerreißendem Lärm im Schilf zum Schlafen niederließen. Schon vor Sonnenaufgang weckte uns am folgenden Tage ihr Geschrei. In dichten Wolken flogen sie auf, flatterten eine Weile über dem Schilfsumpf umher und verschwanden dann alle schnellen Fluges in nördlicher Richtung.

An diesem Morgen (1. April) machte ich einen Ausflug nach Norden bis zu den ersten Vorbergen, um einen Überblick über die Berggruppe zu gewinnen, zog aber schon am Nachmittag bis zu dem Mittagshalt am 31. März zurück, wo wir übernachteten. Am 2. April folgten wir dem alten Wege über den ^{2}Kudum bis zum Schlafplatz am 30./31. März, bogen dann aber nach S.O. in der Richtung auf ^{2}Koa ^{2}nacha ab. Roter Kalaharisand mit Mochononobusch herrschte vor. Wir passierten den Hügel von ^{2}Koa ^{2}nacha etwas südlich. Er steht auf einem langen Rücken roten Sandes, den wir überschritten, um unserm Ziel, der Pfanne von ^{2}Koa ^{2}nacha zuzueilen. Am späten Nachmittag erreichten wir ein Flußbett mit grauem Sand, der reichlich Kalkknollen enthält und mit Vleybusch bedeckt ist. Innerhalb des Flußbetts liegt die gesuchte Pfanne, eine einfache Vley, die völlig trocken war. Da unser Wasservorrat zu Ende und keine Melonen in der Nähe zu finden waren, mußten wir durstig die Nacht zubringen.

^{2}Koa ^{2}nacha ist eine Sandpfanne mit Saugbrunnen, daher von besonderem Interesse. Betrachten wir ihre Lage also näher (Blatt 18, Fig. 4). Die Pfanne (e) liegt auf der Nordseite des Flußbetts, und zwar auf einer ca. 3 m hohen, sich zum Flußbett senkenden Längsstufe (d). Dann erst kommt das eigentliche 200—300 m breite Flußbett. Das Südufer wird lediglich aus rotem Sand (c) gebildet.

Die Pfanne (e) nun hat einen Durchmesser von 50—60 m und stellt eine flache Schüssel nach Art der gewöhnlichen Sandpfannen vor. Auf ihrem Boden befinden sich zwei 2½—3 m tiefe, von den Buschmännern gegrabene Gruben, die vollständig im Sand liegen. Keine Gesteinsbrocken sind aus ihnen herausgekommen. Scharrt man auf dem Boden der Gruben nach, so kommt man auf feuchten Sand und aus diesem saugt man das Wasser mit Rohren aus. Leider hatten meine Buschmänner keine geeigneten Rohre mit, so daß ich das Experiment nicht selbst beobachten konnte.

Der Charakter dieses Saugbrunnens ist mir aus Mangel an Aufschlüssen nicht klar geworden. Ob eine Quelle am Uferrand unter dem Sande austritt, oder ob sich das Regenwasser über undurchlässiger Schicht ansammelt, ist nicht bekannt. Ich vermute, daß die Stufe, auf der die Sandpfanne liegt, eine Kalkstufe (b) ist, entsprechend der deutlich aufgeschlossenen Kalkstufe am ^{2}Kudum, und daß sich auf dieser eine Kalkpfanne befindet, die in ähnlicher Weise mit dem Flußbett zusammenhängt, wie die ^{1}Kai^{1}kaipfanne mit ihrer Laagte. Dann wäre die Sandpfanne von ^{2}Koa ^{2}nacha eine versandete Kalkpfanne, in der sich Regen und eventuell Quellwasser ansammeln. Geschützt durch den Sand verdunstet das Wasser nicht, sondern hält sich in dem feuchten Sand lange Zeit hindurch.

Eine solche Annahme würde das Auftreten des Saugbrunnens in einer Sandpfanne erklären, es auch verständlich machen, warum die Buschmänner ihn gerade an dieser Stelle entdeckt haben. Ursprünglich stand hier eben

Oberflächenwasser; bei seinem Verschwinden grub man nach und entdeckte so den dauernd feuchten Sand.

Die Nacht war schwül und windig, der folgende Morgen drückend und heiß, so daß uns der Durst recht quälte. Nach dem langen Rücken zurückgekehrt, auf dem der Hügel von ²Koa²nacha steht, ließ ich absatteln und ging allein zum Hügel, der sich als 20 m hoher steiler Kegel erhebt und seinem Namen — Elefantenzahn — Ehre macht. Das Gestein ist ein blaugrauer Dolomit, der von zahlreichen an Quarz und Silikaten reichen Schichten und Bänken unterbrochen wird. Letztere sind wegen größerer Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphärilien in Zacken, Spitzen, Bänken herausgewittert, so daß dem Sebrattenkalk ähnliche Formen entstanden sind. Pyrit kommt im Dolomit reichlich vor (Nr. 288, 289). Die Schichten streichen nach 50° und fallen anscheinend mit ∢ 50° nach S.O. ein. Der Rücken, auf dem das Horn steht, streicht gleichfalls nach S.W. und ist ein von rotem Sand bedeckter Dolomitwall.

Von dem Gipfel des steilen Hügels hat man eine prachtvolle Rundsicht über die endlose Ebene des Sandfeldes. Im Westen und Süden fesselt zwar kein Markzeichen den schweifenden Blick, wohl aber begrenzen im Nordosten zwei auf breiter flacher Sandbasis stehende Kuppen (a und b auf Blatt 8) den Horizont, und im Norden taucht die lange Reihe der ¹Kai¹kaiberge auf.

Als ich mittags am Lager anlangte, hatten die Buschmänner eine Menge von Makapanas (stacheligen Melonen) gebraten, von denen ich 9 mit größtem Durst und Appetit verzehrte. Dann ging es flott über das rote Sandfeld und den lichten Busch dahin. Frische Elenspuren waren sichtbar, z. T. von kolossalen Bullen. Zuletzt zog ein heftiges Gewitter auf, das aber glücklicherweise ohne Regen an uns vorüberfuhr. Die letzte Viertelstunde ging es über Geröll und Felsflächen von Sinterkalk und Dolomit zur Pfanne ²Kau²ganna.

Am folgenden Morgen (4. April) erwachte ich mit Fieber. Deshalb gab ich die Absicht, noch die Pfanne ²K u m ² g a n n i, die an demselben Flußbett liegen soll, in dem sich der Saugbrunnen ²Koa²nacha befindet, zu besuchen, auf und kehrte direkt nach ¹Gam zurück. Von heftigen Gewitterregen durchnäßt und vom Fieber geschüttelt, erreichte ich am Nachmittag unser Lager.

II. Das Denibtal.

Am 5. und 6. April hinderte mich das Fieber an Ausflügen. Erst am siebenten machte ich einen Ritt nach Osten und Nordosten in weitem Bogen um das Lager. Überall fand ich den blaugrauen Dolomit mit Schollen von hartem Sinterkalk auftauchen. Letzterer bildet sogar einige hundert Meter östlich der Pfanne einen flachen dicht bewaldeten Buckel. Im Norden und Süden bedeckt aber der tiefe rote Sand alles Gestein.

Am 8. April untersuchte ich die Konglomerate im Denibtal. (Blatt 18, Fig. 5.)

1) An der Stelle, wo der Weg nach ¹Gam das Denibtal verläßt, bilden breite glatte Felsflächen die Ufer. Sie bestehen aus glanzlosem Pfannensandstein (a) mit haselnuß- bis kopfgroßen Rollstücken von rotem Chalcedonsandstein, rotem, quarzitischem Sandstein, ähnlich manchen Rengakaquarziten, und ¹Kai¹kaidolomit. Sogar ein faustgroßes Rollstück von Ngamidiabas fand sich hier. Weißer und rötlicher Quarz ist zahlreich. Diese Konglomerate besitzen eine ausgesprochene Mörtelstruktur, d. h. die Gerölle liegen alle isoliert in der Grundmasse des Pfannensandsteins und berühren einander nicht.

Über diesem Sandsteinkonglomerat liegt der Wall des roten Kalaharisandes (c), ca. 10 m mächtig, unter dem lückenhaft Kalktuff (b) als Decke des Pfannensandsteins zum Vorschein kommt.

2) Etwas weiter abwärts ändern die Konglomerate ihren Charakter. Sie haben eine Grundmasse aus rotem, weichem Sandstein oder hartem Chalcedon-

sandstein. Die Gerölle sind vorwiegend Dolomit in großer Menge, ferner glimmerreicher Sandstein (der Chanseschichten??) und Quarz. Die Mörtelstruktur ist auch hier charakteristisch. Die Gehänge sind flache, mit Geröll überschüttete Böschungen mit schlechten Aufschlüssen. Weicher Sandstein und harter Chalcedonsandstein wechseln schnell ab und sind immer nur lokale Ausbildungen einer Ablagerung.

3) Plötzlich beginnt eine steile Wand aus hartem Konglomerat auf jeder Seite des eingeengten Flußbetts (Nr. 293, 294). So entsteht der auffallende Engpaß, an dem das höchstens 30 m breite Tal von 10 m hohen glatten Felswänden begrenzt wird. Das Zement ist Kalksandstein, der aber stellenweise durch Verkieselung in harten Chalcedonsandstein umgewandelt worden ist. Die Gerölle bestehen hauptsächlich aus Dolomit und sind oft über kopfgroß. Nach oben hin nehmen sie aber an Größe ab und verschwinden schließlich, so daß reiner Pfannensandstein entsteht. Dieser nimmt im obersten Niveau eine brecciöse Beschaffenheit an, und zwar werden Spalten und lose Stücke von neuem durch Kalksandstein verkittet (Nr. 292). Neben Dolomit bestehen die Gerölle aus Quarz, Chalcedon und Chalcedonsandstein. Dieses Gestein ist in einer Mächtigkeit von 10 m aufgeschlossen und klobig horizontal gebankt. Es neigt zu schaligem Abspringen und bildet deshalb glatte Wände. Auch hier findet sich ausschließlich Mörtelstruktur.

4) Unter Abnahme der Gerölle an Größe geht das Gestein noch weiter talabwärts in kleinkonglomeratischen Kalksandstein über mit Geröllen aus Dolomit, Quarz, Chalcedonsandstein und rotem Quarzit (à la Rengakaschichten). Die Gehänge sind innerhalb dieser Zone teils flache, überschüttete, teils steile und felsige Böschungen.

Der Kalaharikalk überlagert als weicher Kalktuff den Pfannensandstein und enthält Gerölle der liegenden Schichten. Am Engpaß liegt über dem Konglomerat und dem Kalk eine Schicht aus gelben, zersetzten, eisenschüssigen Geröllen, die als alte Schotter aufzufassen sind. Sie gehen nach oben direkt in den roten Kalaharisand über. Über dem Konglomerat auf der Südseite des Engpasses liegen auch Platten eines gelben, stark zersetzten Sandsteins, der nur sehr geringe Mächtigkeit haben kann und nirgends anderswo beobachtet wurde. Er schien zu den Schottern zu gehören, und seine Anwesenheit ist vorläufig unerklärlich (Nr. 295).

In einer Gesamtlänge von 2.5—3 km ist so das Denibtal von anstehendem Gestein mehr oder weniger begrenzt. Weiter abwärts beginnt wieder der Sand alles zu überschütten, jedoch bilden Botletleschichten und Kalaharikalk stellenweise niedrige Stufen.

So findet man noch etwa 3 km unterhalb des Engpasses Klippen eines brecciösen dolomitischen Kalksandsteins, der schwach verkieselt ist (Nr. 296). Noch weiter abwärts bildet noch einmal glasig glänzender, eingekieselter und verkieselter Chalcedonsandstein eine 3—4 m hohe Stufe, 13 km unterhalb des Engpasses (Nr. 291).

Noch weiter abwärts hört auch der Chalcedonsandstein auf, und oberhalb der Teilungsstelle des Flußbetts bildet ausschließlich mürber Sinterkalk, wie er bei Hakobis, ²Koe und weiter südlich in Form von Knollen oder auch flächenhaft unter dem grauen Kalaharisand lokal zum Vorschein kommt, die Uferbänke.

Oberhalb des Weges nach ¹Gam zieht sich der Pfannensandstein noch etwa $4^1/_2$ km im Tal entlang, namentlich auf dem Südufer. Es ist teils brecciöser Kalksandstein — Pfannensandstein —, teils, seinem Glasglanz nach zu urteilen, Chalcedonsandstein.

Ein Rollstück, das westlich des ¹Gamweges im Flußbett lag, ist ein brecciöser Chalcedonsandstein, d. h. schwarze Chalcedonstücke liegen in glasigem Chalcedonsandstein (Nr. 297). Die Chalcedonstücke sind z. T. verkieselter Dolomit oder

Kalk. Anstehend wurde dieses, dem brecciösen Chalcedonsandstein der Rengakabucht gleichende Gestein nicht gefunden.

Ein Taleinschnitt, der westlich des ¹Gamweges von Norden her einmündet, ist der Abfluß der von ¹Gam und der von Westen kommenden Kalksteinlaagte, die schon erwähnt worden sind. Allmählich verschwindet alles Gestein unter der Flut roten Sandes, die von den Uferrändern her herabkommt.

Am 9. April folgte ich dem Flußbett 30 km weit oberhalb des ¹Gamweges. Es war durchweg nur ein mit tiefem, rotem Sand und Kalaharibusch erfülltes, bald breiteres, bald schmäleres Tal, ohne Abwechselung, ohne landschaftliche Reize, ohne charakteristische Formen, also ganz wie die Arme desselben Tals vor seiner Mündung.



Abbildung 20. Moloto — Acacia sp. — in typischer Ausbildung, am Marico, Betschuanenland. In gleicher Form und in gleichem Buschwald mit Grasflächen findet sich Moloto in den Gesteinsfeldern der Kalahari, z. B. auf dem Ngamirumpf, im Kaukaufeld und anderen Gegenden. Das Bild könnte ebensogut dort aufgenommen sein.

III. Von ¹Gam nach ²Garu.

Am 10. April verließ die ganze Expedition um 3 Uhr nachmittags ¹Gam. Schon 13 Minuten hinter der Pfanne beginnt tiefer roter Kalaharisand mit Mochononobusch. Der Wagen fuhr sehr langsam und blieb fortwährend stecken. Schließlich mußten wir in diesem Busch übernachten. Am folgenden Tage erreichten wir nach 20 Minuten eine offene Grasfläche mit grauem Sand, die von einem flachen Rücken von hartem Sinterkalk auf der Nordseite umrandet wurde. Wieder folgte roter Sand mit Mochenonobusch, unterbrochen von breiten Flächen harten grauen Sandes mit Vleybusch. Vor dem Halt (8 h 44 m) trat viel Sinterkalk und Pfannensandstein zutage (Nr. 306).

Um 3 h gings weiter. Das Land nahm durchaus den Charakter des Decksandes über Chanseschichten an. Es war nämlich eine Ebene von hartem,

rötlichem und grauem, lehmigem Sand bis Lehm mit eckigen Quarzstücken, die stellenweise einen dichten Grus bilden. Die Vegetation ist wie über dem Decksand der Chauseschichten auf dem Ngamirumpf und im Chausefeld, ein dichter bis lichter Buschwald aus Moloto (Abbild. 20), Mangana, Morotloa, Mokabi, Mokrepi, Mocheto.

Nach zweistündigem Trek beginnt eine Grasfläche mit grauem Sand und Schollen von Kalk und Pfannensandstein. Vaalbüsche sind häufig und vor allem fallen große ²Kabbalöcher auf. Die Landschaft gleicht ganz der des Chausefeldes im Gebiet des harten Sinterkalks und des Pfannensandsteins. Mit Sonnenuntergang, um halb sechs, lagerten wir.

12. April. Schon wir von Streifen tiefen roten Sandes mit Mochonono-busch ab, so besteht das Land aus hartem Sinterkalk und Pfannensandstein, die unter dem grauen Decksand überall auftauchen. Der Pfannensandstein bildet rundliche Felsflächen und Pfannen mit einem Rand harten Sinterkalks, ganz wie im Chausefeld. Auch die Vegetation hat denselben Charakter, Gruppen gewaltiger Motswerebäume, Vaalbüsche, Mokabi, Mangana. Auch grauer Sand mit Vleybusch fehlt streckenweise nicht. Um 10 h 47 m erreichten wir die Pfanne ²Garu und schlugen auf der Höhe westlich der Pfanne unser Lager auf, an derselben Stelle, wo Mr. Powrie mit den Wagen mehrere Tage gelagert hatte.

Wir blieben hier bis zum Nachmittag des folgenden Tages (13. April).

Der Kessel von ²Gárn (Blatt 18, Fig. 5 und 22). In die Ebene rötlichen Decksandes, unter dem lokal harter Sinterkalk und Pfannensandstein zum Vorschein kommen, ist ein Kessel eingesenkt, ganz ähnlich der Massarinyanivley, ²Kwachara³nei und andern Vertiefungen. Der längste Durchmesser verläuft N.W. bis S.O., und zwar sind die oberen Ränder ca. 1800 m voneinander entfernt, der Boden der Pfanne aber 1100 m lang. In S.W.—N.O.-Richtung sind die Maße ca. 900 resp. 500 m. Die Pfannenränder sind also auf den beiden langen Seiten steiler als auf den kurzen, ganz so, wie an der Massarinyanivley. Die Tiefe ist höchstens 15—20 m.

Die geologischen Verhältnisse sind folgende.

Das Hauptgestein ist ein eigentümlicher Pfannensandstein (Fig. 6, b), ein Kalksandstein, der durch seine breccioöse Struktur ganz besonders auffällt. Auf der Hochfläche tritt er lokal an vielen Stellen zutage, so besonders an dem Brunnenloch auf der Westseite der Pfanne und an der kleinen Felsenpfanne, an der wir nach der Rückkehr von ¹Kai¹kai lagerten. Auch auf der Ostseite liegt, namentlich am Weg nach ²Namma, viel Pfannensandstein. Breite Felsflächen bildet der brecciöse Sandstein aber am N.W.- und S.O.-Ende der Pfanne. Besonders am Nordwestende formt er eine flach ansteigende, ca. 300 m breite, glatte Felsfläche.

Der Pfannensandstein ist ein roter Kalksandstein, in dem handteller- bis kopfgroße Partien von dichtem Kalkstein auftreten, die von Schnüren, Bändern und Lagen von Kalksandstein getrennt werden. Solche bis fingerdicke Schnüre dringen auch, gleich Spaltenausfüllungen, in den Kalkstein ein. Dadurch gewinnt das Gestein den Habitus einer Breccie von rotem Kalkstein in Kalksandstein. Erst ein genaues Studium, namentlich an dem Gestein im großen, zeigt, daß kein wirkliches Konglomerat, keine Breccie vorliegt, sondern ein einheitliches Gestein. Der einheitliche Charakter des Gesteins zeigt sich ganz besonders in dem Vorhandensein gleichmäßiger Absonderungsflächen. Parallel der stellenweise angedeuteten Schichtung ist das Gestein von Sprüngen durchsetzt, die zu einem energischen Abspringen planparalleler Platten führen, wie man sie an vielen Eruptivgesteinen beobachten kann. Fig. 7 (Blatt 18) zeigt solche abgesprungenen Platten auf der glatten Felsfläche des Kalksteins am Nordwestende der Pfanne. Auch die mitgebrachten Handstücke zeigen diese Absonderung, die ohne Rücksicht auf die brecciöse Struktur das Gestein durchsetzt.

Abgesehen von dieser brecciösen Struktur des Gesteins ist dasselbe lokal tatsächlich konglomeratisch, indem eckige Stücke von Quarz, rotem, schwarzem, braunem Chalcedon, Glimmersandstein (Chanseschichten!) vorkommen. Diese Stücke finden sich lokal und vereinzelt, nicht in Menge, und erreichen Haselnußgröße.

Die petrographische Untersuchung ergab, daß das Gestein durchweg dolomitisch bis Dolomit genannt werden muß und lokal chalcedonhaltig, d. h. verkieselt ist. (Nr. 299—302.) Nur das Gestein am Brunnenloch ist reiner Kalksandstein. (Nr. 298.) Am N.W. und S.O.-Ende kann man sehen, wie sich der Pfannensandstein mit einem Winkel von 10° schüsselförmig nach der Pfanne zu senkt, au den andern Seiten verdeckt Sand den Abhang.

Über dem Pfannensandstein liegt weißer harter Sinterkalk (c) in mehr oder weniger dicken Rinden und Schollen. Er umrandet also die Pfanne über dem Pfannensandstein. Der Boden der Pfanne ist eben wie ein Tisch und besteht aus humosem, kalkreichem Sand (e), der geradezu von einer Schicht von Gastropoden (Physa parietalis) bedeckt ist. In den mittleren Partien war die Pfanne überschwemmt und sumpfig. Kalktuff tritt lokal nach den Rändern hin auf dem Pfannenboden zutage. Nirgends zeigt sich eine Spur von dem Grundgestein. Wenn man aber die schüsselförmige Lagerung des Pfannensandsteins betrachtet, so drängt sich einem der Gedanke auf, daß die Pfanne von ²Garu eine Senkung im Grundgestein (a) ist, wie der Kessel von ²Kwachara³nei, Massarinyanivley u. a., der hier aber von den Deckschichten vollständig überzogen ist. Daß das Grundgestein aber wahrscheinlich aus Chansegrauwacke besteht, darauf deuten die Brocken dieses Gesteins im Pfannensandstein hin.

Nordwestlich der Pfanne zieht sich eine flußbettähnliche Senkung hin, die nach den Mitteilungen des Prospektors Hinten nicht eine zusammenhängende Laagte ist, sondern aus einer Reihe von Kesseln mit Pfannensandsteinboden bestehen soll.

IV. Von ²Garu nach ¹Kai¹kai.

Am 13. April verließen wir nachmittags ²Garu, zogen am Nordende der Pfanne vorüber und befanden uns nach Passieren einer ca. 1 km breiten Zone von Pfannensandstein wieder im Bereich des Kalaharisandes. Tiefer roter Sand mit Mochononebusch wechselt mit Strecken grauen harten Sandes mit Vleybusch ab. Ich ritt, der Wagenspur Mr. Powries folgend, unserm Wagen voraus. Ca. 6 km hinter ²Garu passierte ich eine zur Rechten gelegene, 200—300 m breite schüsselförmige Fläche von Pfannensandstein mit einer Umrandung von hartem Sinterkalk.

Wenige Minuten darauf begann links eine ganze Kette von Pfannensandsteinflächen, die in einer langen, west-östlich streichenden, flußbettartigen Senkung liegen. Vier große Schüsseln aus Pfannensandstein mit Sinterkalkumrandung folgen so aufeinander. Alle waren mit Wasser angefüllt. Der Distrikt heißt ²Namma. An der letzten Pfanne hielt ich. Als der Wagen bis Sonnenuntergang nicht gekommen war, ritt ich zurück. In dem dichten Mochononebusch war er stecken geblieben, ein Ochse an der Deichsel war beim Anziehen gefallen und unter das Rad geraten. Hinten hatte deshalb ausspannen müssen.

Am 14. April machten wir einen kurzen Morgentrek bis zur letzten Pfanne. Ich selbst ritt auf der Nordseite der flußbettartigen Senkung hin, wo ausgedehnte glatte Felsflächen von rotem, brecciösem Pfannensandstein auftreten, ganz wie an der Pfanne von ²Garu. Auch hier senkt sich der Sandstein mit flachem Winkel zum Boden der Pfannen, und auch hier sind glatte Felsflächen durch Abspringen von Platten entstanden.

Eine Schar von Buschmännern schloß sich uns hier an und begleitete uns zu den ¹Kai¹kaibergen. Während des 8 km langen Treks am Nachmittag ging

es meist über Grasflächen mit grauem Sand, nur einmal wurde eine Zone dichten Vleybuschs mit mehreren trockenen Sandpfannen passiert. Vom Lagerplatz aus sah man die ersten Vorberge der ¹Kai¹kaigruppe (A).

Am 15. April fuhren wir über ausgedehnte Grasflächen, mit hartem, grauem und rötlichgrauem Sand und mit vielen ²Kabbapflanzen. Buschstreifen traten lokal auf, meist hatte man aber einen freien Blick über die lange Kette der Berge. Nach ca. 9 km zeigte sich Pfannensandstein und einen Kilometer darauf erreichte ich die mit dichtem Vleybusch umgebene Pfanne Charra oder Chore, zwei kleine mit Wasser gefüllte Vleys. Ich war dem Wagen vorausgeritten, und da ich beschloß, gestützt auf dieses Wasser, den westlichen Teil der Berge zuerst zu besuchen, ritt ich zurück, ließ den Wagen halten und ausspannen. Nachdem die Ochsen in Charra getränkt und die Wassertrommeln gefüllt worden waren, zogen wir am Nachmittag direkt nach N. etwa 5 km weit.

In diesem Standlager blieben wir bis zum 17. April, dann treckten wir nach Charra zurück. Diesen Ausflug in die westlichen Berge möchte ich erst im Anschluß an die Erforschung der ¹Kai¹kaiberge überhaupt besprechen.

Am Mittag des 17. April enthielten die beiden Pfannen von Charra nur noch wenig schlammiges Wasser. In den 48 Stunden war es auffallend schnell verdunstet. Um 2 h 42 m brachen wir auf. Wie westlich der Pfanne tritt auch östlich Pfannensandstein oder Sinterkalk in einigen Schollen zutage. Dann folgte rötlicher Sand mit dichtem Mochonuobusch, lokal Vleybusch und harter grauer Sand. Um halb fünf passierten wir einen sehr dichten Buschwald auf hartem Sinterkalkboden. Dann kam wieder Mochononobusch, zuletzt Grasflächen mit ²Kabba. Wir lagerten gegen 6 Uhr.

Während des nächsten zweistündigen Morgentreks nach der Pfanne von ¹Kai¹kai führte der Weg anfangs über grauen Sand mit Schollen von hartem Kalksandstein. Grasland und Busch wechselten ab. Nur während der letzten Stunde herrschte tiefer roter Kalaharisand mit Mochononobusch, kurz vor der Pfanne aber hoher dichter Vleybusch mit hohen weißen Termitenbauten aus Kalkerde.

V. Die ¹Kai¹kaiberge.

Sehen wir von dem ersten kurzen Vorstoß am 1. April von der Pfanne von ¹Kai¹kai zu den Bergen ab, so zerfällt die Untersuchung der ¹Kai¹kaiberge in zwei Abschnitte, einmal den Besuch der westlichen Berge nördlich der Pfanne Charra, sodann die Aufnahme der Hauptgruppen von zwei Standlagern nordwestlich der Pfanne von ¹Kai¹kai aus.

Am Nachmittag des 15. April zogen wir von dem Wege ²Garu—¹Kai¹kai abbiegend nach N. Während des 5 km langen Treks hatten wir ausschließlich flache Wellen tiefen roten Sandes mit Mochononobusch zu passieren. In solchem dichten Busch lagerten wir auch.

Am folgenden Tage ritt ich in nördlicher Richtung ab. Nach ³/₄ Stunden überschritt ich einen Sandwall, gleich darauf einen zweiten Wall, auf dem aber noch grauer Kalkstein oder Dolomit (Streichen 70—80°) zutage trat. Es folgten noch zwei solcher Wälle, dann ging es über eine Ebene roten Sandes mit Chalcedonstücken zum Berge C. Die Untersuchung dieses ca. 100—120 m hohen isolierten Berges ergab folgende Verhältnisse. Es war der erste Berg dieser Art, den ich untersuchte und von dem ich auch eine Sammlung der verschiedenen Gesteinsarten, die ihn zusammensetzen, mitgebracht habe.

Der Berg besteht aus einer Serie der verschiedenartigsten Kalksteine und Dolomite. Diese haben weiße, graue, gelbe, rote, violette Farben in allen Schattierungen, sind amorph, tonig, dicht, fein und grobkrystallinisch. Diese Kalksteine bilden jedoch, obwohl sie als das ursprüngliche Gestein anzusehen sind,

quantitativ eine sekundäre Rolle. Sie werden nämlich von zahllosen Schichten, Gängen, Nestern, Stöcken von Chalcedon und Chalcedonkalkstein derartig durchsetzt, daß die Kalksteine nur einen Bruchteil des Berges bilden. Der Berg C ist im wesentlichen eine Chalcedonmasse, die sich aus unregelmäßigen Stöcken, Gängen, Lagen aufbaut, einem Netzwerk ähnlich, dessen Maschen dem Volumen nach zurücktretende, gebankte und geschichtete Kalksteine ausfüllen. Eine bestimmte Lagerung dieser ist nicht erkennbar. Die Kalksteinschichten streichen an manchen Stellen 95—100°, einmal 155°. Die Chalcedonmassen dagegen sind völlig regellos.

Die petrographische Untersuchung hat nun ergeben, daß eine großartige Hydatometamorphose vorliegt, eine Umwandlung von Kalkstein und Dolomit in Chalcedon.

Das ursprünglichste Gestein ist wohl der Kalkstein Nr. 307, ein dichter rötlicher Kalkstein, der neben Quarzsand nur Spuren von Verkieselung aufweist. Dieses Gestein repräsentiert das ursprüngliche Grundgerüst des Berges, das jetzt nur noch lokal zu finden ist, denn die Hauptmasse ist durch Verkieselung vollständig in Chalcedon umgewandelt, der z. T. fast Quarz genannt werden kann.

Nr. 318 ist äußerlich ein gelber Mergelkalk, der aber tatsächlich fast vollständig in quarzähnlichen Chalcedon umgewandelt worden ist. Rhomboederpseudomorphosen nach Dolomit und spärliche Reste des ursprünglichen Karbonats treten auf.

Nr. 319 ist ein ähnliches umgewandeltes Gestein.

Nr. 320 war ursprünglich ein geschichteter Kalkstein, der aber dolomitisiert und dann chalcedonisiert wurde.

Nr. 321 ist ein ungeschichteter verkieselter Kalkstein, aus einer großen stockförmigen Masse.

Diese Chalcedongesteine bilden die Hauptmasse, gehen aber lokal in eigentümliche brecciöse Gesteine über. Diese bestehen wohl auch aus chalcedonisiertem Kalkstein, sind aber von Chalcedonadern derartig durchschwärmt, daß eine brecciöse Struktur entstanden ist. Man gewinnt den Eindruck, daß ursprünglich eine zersprungene und geplatzte Kalksteinmasse bestanden habe, deren Risse und Hohlräume durch Chalcedon ausgefüllt worden sind.

Zwischen dem Berg C und dem Wall D tritt Dolomit mit einem Streichen nach 80° und Einfallen mit 70° nach N.N.W. auf, während er am Fuß von C selbst nach 70—75° streicht und mit 50° nach S.O. einfällt. Der Wall D, $2\frac{1}{2}$ km nordwestlich von C, besteht aus grauem und rotem, chalcedonhaltigem Dolomit (Nr. 308, 309). Die saiger stehenden Schichten streichen nach 75—80°, der ganze Rücken aber nach 90°. Diesen Dolomit durchsetzen nun Gänge von Chalcedon, von denen einer 3—4 m mächtig ist und quer zur Schichtung nach 120° streicht.

Auf dem Wall liegt eine wenig mächtige, lückenhafte Decke von jungem Kalktuff (Nr. 333), wie er auch in der Ebene und meist auch auf den Bergen das Grundgestein bedeckt. Es ist junger Rindenkalk, der das Grundgestein in Lagen überzieht und mit einer Menge eckiger Bruchstücke des Liegenden erfüllt ist. Jedes Bruchstück ist mit einer Rindenschicht aus Kalk umgeben. Ganz dieselben Kalkbreccien fanden wir ja auf den Gehängen des Ngamiufers. Alter unverwitterter Schutt ist anscheinend von Kalktuff verkittet werden.

Auf dem Ritt von D nach B kreuzte ich einen auf C zulaufenden Wall, der einige Quarz-Chalcedongänge und unregelmäßige Stöcke enthält. Der eine der Gänge war $\frac{3}{4}$ m mächtig und strich quer gegen die Längsachse des Walles nach 350°. Der Chalcedon war weiß bis bläulich. Bald darauf folgte ein anderer mächtiger Chalcedongang mit einem Streichen nach 75°.

Der Berg B ist im wesentlichen ein wohl 80—100 m hoher Stock aus weißem, rotem, gelbem, braunem, hartem und bröckligem, dichtem und zerfressen-

löcherigem, eisenschüssigem Chalcedon (Nr. 322). Diese verschiedenen Varietäten setzen ihn anscheinend unregelmäßig zusammen. Kalksteine, resp. Dolomite, treten noch mehr als am Berge C zurück und bilden scheinbar Nester im Chalcedon. Eine mitgenommene Probe erwies sich als roter, stark chalcedonisierter Dolomit mit Chalcedonlagen (Nr. 314).

Zwischen B und unserm Lager wurde Gestein nicht beobachtet, sondern nur Kalaharisand mit dichtem Busch.

Am 17. April schickte ich den Wagon nach Charra zurück, ritt selbst aber nach der Berggruppe E. Der Weg dorthin ging ausschließlich über tiefen roten Sand mit dichtem Busch. Die ca. 30 m hohen Hügel bestehen aus grauem und rotem Dolomit (Nr. 312), der aber zum weitaus größeren Teil in Chalcedon umgewandelt worden ist. Er hat graue, gelbe, rote, violette Farben. ist bald dicht, bald zuckerkörnig, bald eisenschüssig und zerfressen (Nr. 323—326). Gerade hier beobachtet man massenhaft helle Flecken auf der dunkleren dichten Grundmasse, so daß eine oolithähnliche Struktur entsteht, die auf unregelmäßiger Ausbildung des Chalcedons beruht. In großem Umfang finden sich hier auch brecciöse Gesteine, d. h. in unverwitterten Schutt verwandelte und stark zerborstene und zerklüftete Kalksteine sind durch Chalcedon verkittet worden und selbst verkieselt (Nr. 328, 329). Diese so beschaffenen Chalcedongesteine treten in Bänken zwischen chalcedonarmem Dolomit, in Gängen und Stöcken unregelmäßig auf. Sie bilden die aufragenden Hügel, weil sie der Verwitterung am meisten widerstanden haben.

In der Nähe der Gruppe E hat der Kalaharisand stellenweise eine auffallend gelbe Farbe.

Auf dem Rückweg ging ich nach Süden und erreichte, immer über Kalaharisand reitend, mittags die Vley von Charra.

Als wir am 18. April die Pfanne von ǀKaiǀkai erreichten, ritt ich noch an demselben Tage nach den ersten Hügeln. Der Weg führt beständig über roten Sand und durch dichten Busch, der nur teilweise aus typischen Kalaharisträuchern, vielmehr meist aus Bäumen besteht, die auf Gesteinsboden zu wachsen pflegen. Das Grundgestein dürfte also nicht sehr tief unter der Oberfläche liegen. Die Berge beginnen mit zwei vorgeschobenen, ca. 60 m hohen Hügeln F. Bei meinem ersten Besuch bestieg ich den westlichen, den ich Pionierberg nannte, bei dem zweiten den östlichen — ǀKaiǀkaikopf. Beide Berge bestehen aus weißen, grauen, gelben, rosa, roten, violetten Kalksteinen und Dolomiten mit Lagen, Bänken und unregelmäßigen Partien von Chalcedon. Dieser ist jedoch der Masse nach ganz untergeordnet. Die Dolomitbänke streichen nach 78° und stehen saiger (Nr. 310, 311, 315).

Der Überblick vom ǀKaiǀkaikopf über die Berge ermöglichte es, einen Plan für die Aufnahme des Hügellandes zu entwerfen. Zwei Standlager mußten genügen, um die Arbeit zu vollenden. So begaben wir uns denn mit dem Wagen am 19. April nach dem ersten Standlager in der östlichen Hälfte der Berggruppe. Da in dem ganzen Gebiet kein Wasser zu finden war, mußten wir die Tiere mit den Leuten zur Pfanne schicken und erhielten unser Wasser in Zinktrommeln, die auf einer Schleife zum Lager geschafft wurden.

Vom 20.—22. April wurden die östlichen, dann, nach Verlegung des Lagers nach W. am 23. April, die zentralen und westlichen Berge untersucht. Zwischen den Bergen G und K und unterhalb des Namens „²Ahaberge“ wurden nahezu alle Berge und Ketten bestiegen, durch Kompaß- und Sextantenpeilungen aufgenommen und ihr geologischer Charakter festgestellt. Die Ketten nördlich des Namens „²Ahaberge“ wurden nicht von mir untersucht, wohl aber machten die beiden Prospektoren Hinton und Young dorthin einen Vorstoß. Es würde zu weit führen, alle Exkursionen der Reihe nach zu besprechen, ich begnüge mich, ein kurzes zusammenfassendes Bild zu entwerfen.

Die Hauptmasse der ¹Kai¹kaiberge besteht aus einzelnen Bergen und zusammenhängenden Ketten, die aus einer Ebene roten Sandes unvermittelt und mit ziemlich steilen Wänden aufragen. Die Vorberge, die nach Süden und Osten hin gegen das Sandfeld heraustreten, sind auf ihren Süd- und Südostseiten von einem Mantel roten Sandes umgeben, der den Nord- und Nordwestseiten entschieden fehlt. Leider konnte ich die Nordseite der Berggruppe nicht mehr persönlich kennen lernen, aber das Aussehen der langen niedrigen Ketten des Nordens sprach deutlich für ein Zutagetreten des Grundgesteins. Die Angaben der Prospektoren bestätigten diese Ansicht. Während also im Norden die langen Gesteinswälle ohne Sand aufragen, sind sie südlich der Berge B, C und E von tiefem roten Sand überwältigt, und nur lokal tritt unter dem Sand das Gestein hervor.

In der Ebene südlich des Standlagers II, die durch die F-Vorberge geschützt ist, scheint der Sand nicht mächtig zu sein, da dort lokal harter Sinterkalk zutage tritt, dasselbe ist der Fall zwischen den Bergen C, D und B, wo Sinterkalk und alter Kalkstein, resp. Dolomit, beobachtet wurden.

Die Berge sind fast durchweg mit dichtem Wald bedeckt. Gewaltige Baobabs und hochstämmige Merulabäume fallen besonders auf, ferner Motsiarabäume, die z. T. dichten niedrigen Wald auch in den Ebenen bilden.

Das Gestein der Berge ist außerordentlich einförmig und zugleich von verwirrender Mannigfaltigkeit. Das klingt paradox, ist aber doch leicht verständlich. Kalksteine, Dolomite, Chalcedon von denkbar wechselndster Farbe und Beschaffenheit, bald dicht, bald krystallin, bald zerfressen und porös, bald eisenarm, bald eisenschüssig, bald gleichförmig, bald brecciös, bald in kleinen Partien, bald in zusammenhängenden Massen, setzen die Berge und Ketten zusammen. Das Bild wechselt beständig und ist schließlich doch immer dasselbe, wie bei dem Kaleidoskop auch immer die nämlichen Glasstücke das stets verschiedene Bild zusammensetzen. Betrachtet man die Berge also als Ganzes, so sind sie recht einförmig zusammengesetzt, versucht man aber einzelne Strecken genau geologisch und kartographisch aufzunehmen, so gerät man in solches Gewirr schnell wechselnder Gesteinsarten, daß man den Versuch aufgibt.

Im Gegensatz zu den isolierten Bergen B, C und E, wo die Chalcedonstöcke die Hauptmasse bilden, treten in dem Bergland die Kalksteine und Dolomite in den Vordergrund. Sie bilden die zusammenhängenden Ketten. Allein die chalcedonisierten Bänke, Gänge, Stöcke treten doch überall hervor, und auch hier bilden Chalcedonstöcke meist die Kuppen und namentlich die isolierten Hügel. Die ursprünglichen Kalksteine und Dolomite, die anscheinend schon an und für sich recht wechselnde Zusammensetzung besaßen, sind eben in ganz unregelmäßiger Weise lagen-, gang-, stockförmig pseudomorphosiert worden durch kieselsäurehaltige Lösungen.

Ein ähnlich wechselndes Bild weist die Lagerung der Dolomite auf. Die langen Ketten des Südens und des Nordens haben durchweg ein west—östliches Streichen. Beobachtet man aber die Lagerung der Schichten, so findet man in sehr vielen Fällen ein abweichendes Streichen, nämlich nach 50—60°. Die Streichrichtung der Schichten entspricht also nicht der der Ketten, fällt aber mit der allgemeinen Längsachse der Berggruppe zusammen, nämlich von S.W. nach N.O. (von den Hügeln A—B—E im S.W. nach den beiden äußersten isolierten Hügeln im N.O.).

Innerhalb der Hauptgruppe, der ²Ahaberge, wechselt die Lagerung der Schichten sehr schnell und scheinbar regellos. So fanden sich innerhalb der kleinen Gruppe K neben dem Hauptstreichen von 58° und einem Einfall ∢ 60° S.O. folgende Richtungen: 125°, ∢ 80° S.W.; 15°, ∢ 50° O.S.O.; 335°, ∢ 70° O.N.O. Irgendwelche Gesetzmäßigkeit war nicht erkennbar.

Ähnliche Verhältnisse bestehen auf den anderen Bergen. Im allgemeinen

fällt das Streichen in eine zwischen 45 und 90° gelegene Richtung, zuweilen aber auch senkrecht dazu. Der Einfallswinkel wechselt aber ganz regellos. Es handelt sich also um einen sehr energisch und im kleinen zerstückelten und verschobenen Teil der Erdkruste.

Eine besondere Beachtung verdienen die brecciösen Gesteine. Sie finden sich in allen Teilen der Berggruppe, besonders aber auf der „Kuppe" und dem Bergzug östlich von ihr, sodann im Nordwesten der Hügel Kahlkopf und Kreuzberg und östlich der Gruppe G. Teils sind es brecciöse, d. h. zerklüftete und zerplatzte Gesteine, deren Spalten und Bruchstücke mit Chalcedon ausgefüllt, resp. verkittet worden sind, teils sind es aber richtige Breccien. Dann schwimmen in dichter, meist eisenschüssiger Grundmasse eckige Bruchstücke von chalcedonisiertem Dolomit. N.W. des Kahlkopfs und Kreuzberges bilden diese Breccien lange Klippenzüge in der Ebene (Nr. 330, 331). Bei der Untersuchung im Felde hielt ich diese Breccien für alte Reibungsbreccien auf Verwerfungsklüften des Dolomits, jetzt möchte ich lieber an verkittete Schuttmassen denken, die sich ja auf Spalten des Muttergesteins recht wohl bilden konnten. Die eckigen, unverwitterten Bruchstücke sind bei dem Verwitterungsprozeß selbst silifiziert worden. In der Nähe der Breccienklippen tritt auch typischer eingekieselter Chalcedonsandstein auf (Nr. 332), wie er sonst den Botletleschichten eigen ist. Das graubraune, glasig glänzende Gestein besteht aus fein- bis grobkörnigem Quarzsand, der durch überschüssiges Chalcedonzement verkittet ist. Ich möchte diesen Sandstein für eingekieselten Sand halten. Es ist aber zweifelhaft, ob die Einkieselung zeitlich mit der Chalcedonisierung der Dolomite zusammenfällt oder jünger ist.

Bis zum 27. April blieben wir in dem zweiten Standlager und kehrten dann zur Pfanne von ¹Kai¹kai zurück. Meine Absicht, nach dem ²Kaufluß zu gehen und von dort aus die nördlichen Hügel kennen zu lernen, wurde leider durch die Flucht aller meiner Buschmänner vereitelt. Infolgedessen kehrte ich nach ²Garu zurück, um in nördlicher Richtung den Schadum zu erreichen.

VI. Von ²Garu nach ²Dóbe ³gná.

Am 1. Mai waren wir wieder in ²Garu. Da wir von den Buschmännern erfahren hatten, daß sich ihr Oberhäuptling in Djárutsa, einer Pfanne westlich von ²Garu, befände und ich gern Führer nach dem unbekannten Norden gehabt hätte, so folgte ich am 2. Mai mit dem Treiber Hendrik der Spur eines kürzlich ins Debrafeld gereisten Kaffernwagens, die über Djarutsa ging. Nach ca. 5 km passierten wir ein von S.O. nach N.W. gerichtetes Flußbett, dessen Boden aus Pfannensandstein, dessen Ränder aber aus hartem Sinterkalk bestanden. Nach weiteren $2\frac{1}{2}$ km folgte eine zweite solche Senkung mit Kalk und Pfannensandstein. Sonst war nur tiefer roter Sand und Kalaharibusch zu finden. $17\frac{1}{2}$ km von ²Garu entfernt liegt Djarutsa, eine Sandpfanne, die zur Zeit unseres Besuches mit Schmutzwasser gefüllt war. Ein verlassener Buschmannkraal und zahllose Viehspuren zeigten, daß sich hier vor kurzem noch ein Viehposten befunden hatte. Die Wagenspur ging in westlicher Richtung weiter, es ließ sich aber nicht feststellen, wohin das Vieh getrieben worden war.

Nördlich von Djarutsa war auf 5 km hin nur Sand zu finden, meist roter Sand mit Kalaharibusch, nur lokal harter, ebener, grauer Vleysand mit trockenen Sandpfannen und mit Vleybusch. Kalkknollen kamen in dem grauen Sand verschiedentlich vor.

Am Nachmittag trafen wir nach erfolgloser Tour wieder in ²Garu ein.

Am 3. Mai verließen wir diese Pfanne. Der Wagenspur Powries folgend, der nach ²Nausche und ²Kchautsa einen Ausflug gemacht hatte, kamen wir sehr bald in ein Gebiet, das völlig den Charakter des nördlichen Chansefeldes hat, d. h.

Pfannensandstein und harter Sinterkalk treten lokal unter einer Schicht grauen Decksandes auf. Gewaltige Motswerebäume (Abbild. 21), Mangana, Mecheto, Mokabi, Moschäschä setzen einen lichten Busch mit offenen Grasflächen zusammen. Neu sind hier aber die schlanken Hyphaenepalmen, die in großer Zahl über offene Grasflächen hin zerstreut stehen. Nach 8 km erreichten wir ein ca. 350 m breites und 3 m tiefes Flußbett Náusche oder Náusib, das einen Meter hoch mit Wasser angefüllt war. Ein hoher Uferwald zieht sich an ihm entlang, und zahlreiche Wasservögel belebten die Ufer der schilfreichen Wasserfläche. Am Südufer fesselte ein mächtiger Baobab den Blick, der erste in der Ebene seit dem Verlassen des Ngami. Wir lagerten auf dem Nordufer.



Abbildung 21. Motswere — Combretum primigenium — am Limpopo, mit Geiernestern.

Das Flußbett ist eine Rinne in Pfannensandstein mit Sinterkalkumrandung und teilweise auch -Auskleidung. Der Sinterkalk enthält Gastropoden. Nach S.W. hin soll sich das Bett weit hinziehen und schließlich in einem Sumpf verlieren. In nordöstlicher Richtung versandet es dagegen bald. Auf dem Nachmittagstrek nämlich, der dem Flußbett entlang ging, verlor sich das Wasser sehr bald, und nach 40 Minuten wurde auch das Bett ganz schmal und versandete völlig.

An dieser Stelle fanden wir einen Fußpfad, dem wir folgten. Er führte uns in nordnordwestlicher Richtung über Decksand mit Pfannensandstein, dann grauen Vleysand mit dichtem Gebüsch und Sandpfannen, dann wieder Decksand mit Pfannensandstein. 8 km hinter ²Nausche liegt eine Kalkpfanne, die ich Wolfspfanne genannt habe. Sie ist von dichtem Busch umgeben und enthielt damals einen Wassertümpel. Der Boden ist Pfannensandstein nebst

schwarzem, humosem Sumpfboden, die Umrandung harter Sinterkalk. Hier übernachteten wir.

Am folgenden Morgen (4. Mai) konnten wir erst spät aufbrechen, weil ein Teil der Ochsen, wahrscheinlich durch eine Hyäne gejagt, fortgelaufen war. Bereits nach einer halben Stunde erreichten wir die große Pfanne ¹Gautscha, in deren Nähe wir lagerten. Auf dem Wege nach ¹Gautscha fand sich nur Decksand lokal mit Pfannensandstein. Halbwegs lag aber am Wege ein fußlanger Block von Granit, ganz unvermittelt auf dem Sand. Höchstwahrscheinlich ist dieser Findling von einem Wagen herabgeworfen worden und stammt wohl aus dem Damaraland (Nr. 392).

Die Büffelpfanne oder ¹Gautscha ist eine rundliche Pfanne ähnlich der von ²Garu. Ihr Durchmesser ist W.—O. ca. 2 km, N.—S. 1 km, die Tiefe des ganzen Beckens aber nur ca. 3 m. Die Gehänge sind dabei flach und sandig; nur am Ostende tritt rötlicher Pfannensandstein auf. Das Becken war mit trübem, salzigem Wasser angefüllt, der Sand am Rande des Wasserspiegels war auch stark salzhaltig und knisterte unter dem Fuß. Auf dem Pfannenboden lag ein gelblichgrauer Kalkschlamm. Das Wasser war ganz flach, höchstens ½—1 Fuß tief und der Boden der Pfanne horizontal, wie in ²Garu und den meisten anderen Pfannen. In der Mitte stand etwas Schilf. Das Wasser war zweifellos im Austrocknen begriffenes Regenwasser, und in einigen Wochen wäre die Pfanne eine trockene Fläche gewesen. Der Pfannensandstein steigt an der Ostseite mit flacher Böschung an, und aus ihm kommen zwei Quellen, die in kleinen schilferfüllten Vertiefungen gutes frisches Wasser enthalten. Große Baobabs standen in der Nähe. Scharen von Perlhühnern trieben sich hier herum, und einige Hütten und Fußspuren verrieten die Anwesenheit von Menschen. Da die Spuren beschuhten Leuten angehörten, schloß ²Koschep auf die Anwesenheit von Herreros.

Am Nachmittag verließen wir um 2 h 16 m ¹Gautscha und folgten einem Pfad, der in nördlicher Richtung führte über grauen und rötlichen Sand mit hohem, meist lichtem Buschwald aus Motswere, Mangana, Mokabi, Moloto, Mochale, Mossu, Mochailechaile und Dornvaalbusch; einmal sah ich sogar einen Baobab. Der Sand war also sicher nicht tief, wenn auch Gestein nicht zutage trat.

Nach einem Trek von 10 km erreichten wir mit Sonnenuntergang Guru. 8 Minuten vor der Pfanne stehen mehrere gewaltige Baobabs. Einer derselben hatte in Manneshöhe einen Umfang von 15 Armspannen = 25 m, also ca. 4 m Durchmesser. In seiner Nähe war ein ganz kleiner Baum. Der dicke, pyramidenförmig zugespitzte Stamm war 40 cm hoch, die höchsten Zweige erreichten 160 cm Höhe über dem Boden. Der Stamm des jungen Baobabs glich bezüglich der Epidermis ganz dem des alten.

Die Pfanne von Guru hat einen Durchmesser von ca. 200 m. Der Boden ist ein Pfannensandstein, der mit eisenschüssigen Röhren durchsetzt ist. Harter Sinterkalk umrandet die Pfanne. Der Krater ist mit Kalkgeröll und schwarzem Schlammboden erfüllt und enthielt einige Tümpel.

Eine Horde Herreros besuchte uns abends am Lager. Sie waren nach der Rinderpest aus Damaraland ausgewandert und hatten sich hier mit einigen Rindern und Schafen niedergelassen. Sie gehörten zu dem vor kurzem besiegten Stamm Kahimemas.

5. Mai. Am frühen Morgen gesellte sich ein Herrero zu uns, der gern mit uns gehen wollte, und da wir an Leuten knapp waren, nahm ich ihn als Diener an. Damann, so nannte er sich, leistete uns auch sogleich gute Führerdienste nach Tsumkwe. Der Marsch ging über Sand mit lichtem und dichtem Gebüsch, in dem Palmgestrüpp auffallend häufig war. Um halb neun passierten wir eine Fläche von Pfannensandstein mit altem Brunnenloch und lagerten um 10 Uhr an einer etwas Schlammwasser enthaltenden Sandpfanne. Ein 1½ stündiger Trek brachte uns am Nachmittag nach Tsumkwe. Streifen tiefen roten Sandes mit

Mechononobusch treten wohl auf, meist ist der Sand aber grau und trägt den Busch des Decksandes. Zwei kleine Sandpfannen mit etwas Schlammwasser wurden passiert, einmal auch Gerölle von Chalcedon- und Pfannensandstein.

Tsumkwe — von den Herreros Ometi = Baumplatz genannt — ist eine typische Kalkpfanne von 200 m Durchmesser. Sie ist von hartem Sinterkalk mit Stücken von Quarz, Chalcedon und Pfannensandstein umgeben, ein Ring von weichem, zelligem Kalktuff folgt, läßt aber einen Krater von 30 m Durchmesser frei. Dieser ist mit schwarzem, vegetabilischem, fauligem Schlamm erfüllt. Ein Tümpel mit dichten Schilfmassen und Wasserpflanzen bedeckt den größten Teil des Innern.

Der Kalktuff enthält Schalen der Physa parietalis. Hier in Tsumkwe fand ich nun zum ersten und letzten Mal zufällig unter einem losen Kalkblock dieselben Gastropoden lebend. Ich habe sonst immer nur leere Schalen gefunden, sogar in ²Garu, wo sie doch in dichter Lage den Boden der Pfanne bedeckten.

Am Vormittag des 6. Mai blieben wir in Tsumkwe und brachen erst um 3 h 10 m auf. Wir folgten der Spur eines Kaffernwagens in nördlicher Richtung über grauen Decksand mit Schollen von Pfannensandstein und hartem Sinterkalk. Lichter Busch und stellenweise Grasflächen mit hohen Hyphaenepalmen bildeten die Vegetation. Um 5 Uhr passierten wir eine rundliche breite Kalkfläche, in der mehrere tiefe, trockene Brunnenlöcher liegen. Wahrscheinlich ist diese Pfanne Kobib oder die Vogelpan *v. François'*. Dann folgte mehr grauer und rötlicher Sand ohne Gestein. Kurz vor 6 Uhr erreichten wir eine mit gutem Wasser gefüllte Sandpfanne, die ich Palmenvley nannte, weil in ihrer Nähe sehr schöne Hyphaenepalmen wuchsen. Auch eine Gruppe junger Baobabs, deren höchster ca. 14 Fuß erreichte, stand hier, fern von älteren Bäumen, die ganz fehlten. Hier lagerten wir.

Mein Herrero teilte uns mit, daß die Wagenspur von hier in N.W.-Richtung nach einem Herreroort führe und man $2^1/_2$ Tage ohne Wasser reisen müsse. Anscheinend handelte es sich um den von *v. François* besuchten Ort Ukeidis. Da diese Route für uns einen sehr großen Umweg bedeutet hätte, versuchte ich am folgenden Morgen mit ²Koschep zusammen die Pfanne von ²Dobe (Kalkfontein) zu suchen, die nach der *v. François'*schen Karte in N.N.O.-Richtung liegen mußte. Wir durchquerten also in östlicher Richtung einen Streifen tiefen roten Kalaharisandes mit dichtem Mechononobusch. Nach einer Stunde scharfen Reitens trafen wir auf eine von S.S.O—N.N.W. gehende Wagenspur, auf der wir in 50 Minuten nach Kalkfontein kamen. Mittags waren wir zurück. Am Nachmittag treckten wir von der Palmenvley durch den tiefen Kalaharisand bis zu einer freien Fläche, auf der Sinterkalk zutage tritt — anscheinend eine versandete Kalkpfanne. Vorher schon passierten wir eine Lichtung mit Sinterkalk, der Gastropoden enthielt. Am 8. Mai brachte uns ein kurzer Trek über Decksand mit Kalkschollen und Sandpfannen nach ²Dobe.

²Dobe³gna ist eine sehr interessante Pfanne von eigentümlichem Bau (Blatt 18, Fig. 8 u. 23). Sie ist eine ca. 8 m tiefe ovale Senkung, deren Längsdurchmesser von S.W. nach S.O. verläuft. Die Außenränder sind 600 m, die Innenränder 400 m voneinander entfernt, an dem kürzesten Durchmesser aber 350 m resp. 300 m. Der Rand ist nur am Südostende einigermaßen steil, sonst flach ansteigend. Dort besteht er aus hartem, grauem und rötlichem Chalcedonsandstein, der den Habitus eingekieselten Sandsteins hat und dessen glasiges Zement bei der Verwitterung eine weiße amorphe Masse wird (a in Fig. 8). Über dem Chalcedonsandstein liegt roter Kalaharisand (e), ohne daß der wahrscheinlich vorhandene Sinterkalk (b) zutage tritt. Auf der entgegengesetzten Seite wird der Außenrand von einer Zone harten Sinterkalks gebildet, der unter dem Decksand zum Vorschein kommt. Er verwandelt sich nach dem Innern der Pfanne zu in Kalktuff (c). Letzterer senkt sich nach dem Pfannenkrater

in zwei Stufen hinab, wird aber, bevor er den Pfannenboden erreicht, von einer Zone grauen staubigen Sandes überlagert. Diese Sandzone (f) ist hier 150 m breit, verschmälert sich aber bei ihrem Verlauf um die Pfanne nach S.O. hin. Dieser graue staubige Sand, der von Tausenden von Erdeichhörnchen durchwühlt wird, endet auf der N.W.-Seite mit deutlichem Rand gegen den eigentlichen Pfannenboden (d) hin, geht aber auf der S.W.- und N.O.-Seite in den alles verhüllenden Decksand über, so daß der Bau des Pfannenrandes hier nicht aufgeschlossen ist.

Der eigentliche Pfannenboden ist nun ein grauer, sandiger, tonig-kalkiger Schlamm, der an vegetabilischen Resten reich ist. Er bildete zur Zeit meines Besuchs eine trockene harte Masse mit Schlammschalen, die bei jedem Fußtritt unter Zerstäuben zusammenbrachen. Eine feine weiße, aus Kalk und Salzen bestehende Haut überzog den Schlamm und verlieh der Pfanne einen weißen glänzenden Schimmer, ähnlich frischem Reif. Tausende von Spuren von Straußen, Gnus, Gemsböcken und Hartebeests durchkreuzten die Pfanne. Denn diese Tiere kommen nachts um zu „bracken“, d. h. das Salz aufzulecken. Auch Hyänenspuren fehlten nicht.

Nahe dem harten Sinterkalk liegt am N.W.-Ende in dem Kalktuffgürtel ein Brunnenloch, das über 3 m tief ist und in einer Tiefe von ca. 2 m eine ca. 1 m tiefe Wasserlache enthielt. Dieser Brunnen gewährt ein schönes Profil durch den Kalktuff.

Oben liegt eine harte Kalksteinbank (Anhang VIII, Probe 25), die an der Oberfläche mit fingerdicker Kalkrinde überzogen ist. Der Kalkstein ist etwas sandiger, erhärteter Tuff und geht nach unten hin in mäßig harten bis mürben Kalktuff über (Anhang VIII, Probe 24). Dieser wiederum verwandelt sich in erdigen feuchten Kalktuff (Anhang VIII, Probe 23). Die beiden harten Kalksteinbänke sind 60 cm mächtig, der erdige Kalktuff aber 2.50 m aufgeschlossen.

Die nach unten hin weich werdende Oberflächenbank ist dieselbe Masse wie der Kalktuff, also lediglich erhärteter Kalktuff. Beide enthalten Gastropodenschalen und sind von gewundenen und geraden, anastomosierenden Röhren von Bleistiftdicke durchzogen. Die Röhren bestehen aus sandreichem Kalktuff, während der sandarme Kalktuff die Maschen ausfüllt. Neben diesen Sinterkalkröhren durchziehen Wurzelröhren massenhaft die ganze Kalkmasse. Sie sind mit hartem, amorphem Kalk ausgefüllt und konzentrisch mit Kalkrinden ausgekleidet.

Der weiche, erdige, feuchte Kalktuff hat eine große Ähnlichkeit mit dem grauen salzhaltigen Schlamm, der den Kessel ausfüllt. Dieser ist anscheinend ein ähnlicher Kalktuff, wie im Brunnenloch, jedoch salzhaltiger und oberflächlich durch Aufschlemmen, Zertreten, Durchwühlen verändert und mit Staub, vegetabilischen Substanzen und Flugsand verunreinigt worden, also eine Bildung, wie z. B. die Schlammausfüllung in der Pfanne Tsch-úku im Chansefeld und anderer Brackpfannen.

Die Umgebung der Pfanne ist ziemlich hoher Busch und Wald, das Innere jedoch völlig kahl. Nur wenige Grasbüschel und eine Sedum-Art wuchsen damals vereinzelt auf dem Pfannenboden.

Kapitel XXIII.

Das nördliche Kaukaufeld.*)

Wir blieben in ²Dobe bis zum 9. Mai und brachen am Nachmittag auf dem alten Wagenweg, den auch *v. François* 1891 benutzt hatte, nach Tso-²annadum oder Sedanna auf. Anfangs herrschte tiefer roter Sand mit dichtem Mochononobusch und ¹Kaiwald, dann aber begann harter, sandig-lehmiger Boden mit Quarzstücken und roter, glimmerreicher Grauwacke vom Typus der Chanseschichten. Sandpfannen waren häufig, und die Vegetation die des Decksandes. Kalaharikalk wurde nur lokal beobachtet; einmal, bald hinter ²Dobe, lagen Ameisenringe aus weißer Kalkerde auf dem roten Sand, ein anderes Mal Kalkstücke innerhalb des Grauwackengebiets. Wir kamen heute 13 km weit.

Am folgenden Tage ging es beständig durch dichten Buschwald stellenweise mit grasigen Lichtungen. Harter grauer und lockerer roter Sand und damit Vleybusch und Mochononobusch resp. ¹Kaiwald wechselten ab. Ein gewaltiger Baobab wurde passiert, der mit den Namen *v. François*'scher Soldaten bedeckt war. Nach der Mittagspause ging's durch dieselbe Landschaft weiter. Grauwackendecksand war nicht mehr zu finden, dagegen traten Vleys und Niederungen mit Kalkknollen auf in Regionen mit Vleybusch, die von rotem Kalaharisand mit Mochonono, Mochailechaile, ¹Kaibäumen umgeben waren. Wir lagerten vor Sonnenuntergang in dichtem Buschwald. Wegen des sehr dichten Buschs war der Wagen nur langsam vorwärts gekommen, im ganzen ca. 19 km.

Am 11. Mai änderte sich das landschaftliche Bild zunächst nicht. Mochononobusch, Vleybusch mit Sandpfannen und zuweilen Anzeichen des Kalaharikalks in geringer Tiefe — Kalkknollen und Vaalbüsche — wechselten miteinander ab. Der Wagen kam nur langsam vorwärts und hatte durch Verlust der Nabe eines Rads einen längeren Aufenthalt. Dazu kam, daß die lose getriebenen Ochsen während der Nacht fortgelaufen waren, jedenfalls auf der Suche nach Wasser, und ich einen Treiber hinter ihnen herschicken mußte. So kamen wir am Vormittag nicht weit. Am Nachmittagstrek erreichten wir 12 h 53 m das Flußbett Tso-²annadum. Seine ebene Talsohle ist 80—100 m breit und wird von flach ansteigenden, ca. 20 m hohen Sandufern begrenzt. Das Flußbett war anfangs sandig und von Vleybusch und Grasflächen mit Sandpfannen eingenommen, aber bald trat eine deutliche Längsstufe auf, die mit mehrere Meter hoher Wand

*) Hierzu Blatt 8 und 18.

die Talsohle begrenzt und aus weißem, hartem, teilweise verkieseltem und dann glasigem Kalksandstein besteht — Pfannensandstein. Darüber liegt ein wenig mächtiger Überzug von jüngerem Kalk, der sich teils aus Rinden, Knauern und Kuchen, d. h. hartem Sinterkalk mit Sinterringen, teils aber aus mürbem, sandigem Kalktuff mit Gastropoden — Physa parietalis, Planorbis salinarum, Succinea — zusammensetzt. Zugleich wird der Boden des Flußbetts weniger sandig, grasig, und unter dem dunkelgrauen alluvialen Schlammboden kommt weißer Kalktuff häufig zum Vorschein. Zahlreiche alte Brunnenlöcher liegen in demselben, aber alle waren trocken.

Nach dreiviertelstündigem Marsch verbreiterte sich das Tal. Von N. kommt ein Flußbett herein. Seiner Mündung gegenüber liegt in einer flachen Senkung ein Schilfstreif und in diesem ein 3¼ m tiefes Brunnenloch im Kalktuff — Tse-²ánnadum oder Sodanna. Das Loch enthielt übelriechenden schwarzen Moddor und mußte erst gründlich gereinigt werden. Während zwei Mann dieses ausführten, hatten die andern eine Schlacht mit den durstigen Ochsen zu bestehen, die von Durst gequält gegen den Brunnen drängten und mit Peitschenhieben und Steinwürfen ferngehalten werden mußten. Glücklicherweise drang das Wasser aus zwei kräftigen Quellen in das Loch ein, so daß alle Tiere in einem aus dem Segeltuch des Wagens hergestellten Trog bis Sonnenuntergang getränkt werden konnten.

Am Abend kam der Treiber Andres von der Suche nach den verlorenen Ochsen zurück, er hatte sie nicht gefunden. Am folgenden Tage (12. Mai) ritten Hendrik und ²Koschep ab, um die Tiere zu suchen. Erst am 14. Mai abends spät kamen sie zurück. Die Ochsen hatten ²Dobe und Palmvley verfehlt und in der Nähe von Tsumkwe eine wasserhaltige Sandpfanne getroffen. Dort fanden sie unsere Leute. Unterwegs hatten diese einen Trupp Buschmänner überholt, die hinter den verlaufenen Ochsen her waren.

Während des Aufenthalts in Sodanna konnte ich auf kleinen Ausflügen die Umgebung kennen lernen, wenn mir auch leider der 13. Mai durch Fieber gänzlich verloren ging. Das von Norden herkommende Tal wurde 4 km weit verfolgt. Seine Ufer bestehen anfangs aus Pfannensandstein mit Kalkhaube, dann verschwindet zuerst der Pfannensandstein, hierauf der Kalk, und endlich ist alles von rotem Sand überflutet, während das Flußbett nur noch eine schmale Rinne im Sand bildet.

Unterhalb des Brunnenlochs mündet ein anderes Flußbett aus S.O. Hier verschwindet das Gestein aber bereits nach wenigen hundert Metern unter der Sanddecke. Der Bau des Schadumtales ist folgender. (Blatt 18, Fig. 9.)

Die Sohle des Flußbettes hat einen Durchmesser von ca. 100 m und besteht aus dunkelgrauem Schlamm aus schwarzen, humosen, vegetabilischen Resten, Kalkerde und Sand. Massenhaft liegen in ihm Schalen von Ampullaria occidentalis, Physa parietalis, Planorbis salinarum, nebst Landschnecken, wie Achatina Schinziana und einer neuen Art Achatina Passargei.

Das Brunnenloch steht in mürbem, sandigem, von Röhren durchzogenem Kalktuff (d) bis mürbem Kalksandstein, der unter dem dunklen Schlamme liegt.

Die Talsohle wird von einer 3 m hohen Stufe aus hartem, klebig gebanktem Pfannensandstein (b) gebildet, über dem eine Lage mürben Kalksandsteins bis harten Sinterkalks (c) liegt. Dieser enthält dieselben Gastropoden, deren Schalen das jüngste Alluvium bedecken. Lebend wurden sie nicht gefunden.

Der Pfannensandstein bildet auf beiden Ufern eine Längsstufe, die eine sehr wechselnde Breite hat und von granem und rötlichem, mit dichtem Busch bestandenem Sand bedeckt ist. Die ca. 8—10 m mächtige Platte des Kalaharisandes (a) folgt mit meist deutlichem, oft recht steilem Abhang.

Am 15. Mai tränkten wir morgens die Ochsen und brachen um ½10 auf. Das Tal behält bis ²Gari, wo wir lagerten, denselben Charakter bei, d. h. eine

3 m hohe Stufe aus Pfannensandstein bildet die Ufer, während die 100 m breite Talsohle mit Gras bedeckter, grauer, kalkreicher Schlammboden ist. Schilfstreifen und runde Pfannen sind häufig. In der Regenzeit muß das Flußbett sumpfig sein, jetzt aber war alles trocken. Ein trockenes Brunnenloch — ²Gonó — liegt in einer Schilfmasse — ich habe es selbst nicht gesehen. ²Gari ist ein anderer 3 m tiefer Brunnen im Kalktuff, der etwas Wasser enthielt. Eine Schar Buschmänner, die wir unterwegs antrafen, begleitete uns und tat fortan gute Führerdienste.

Am Nachmittag erreichten wir bald die Stelle, wo der Weg nach Dússidum abgeht. Die Buschmänner wollten uns veranlassen, diesen Weg einzuschlagen, ich wollte aber dem Flußbett entlang nach den Schadumquellen ziehen. Nach langem Verhandeln gaben sie zu, daß an der Einmündung des Dussidum in den Schadum Wasser zu finden sei.

Das Tal veränderte seinen Charakter. Das Gras wurde hoch, Buschstreifen traten auf, gleichzeitig wurden die Gehänge flach und waren mit dichtem Dornbusch aus Mangana und Mochoto bestanden; stellenweise schwollen sie aber hoch an. An solchen Stellen trat graue und rötliche Grauwacke der Chanseschichten zutage (Nr. 337 u. 338).

Vor Sonnenuntergang erreichten wir eine flache Niederung mit Schilf. Das Ufer bildet hier auf der Südseite einen wohl 20 m hohen Abhang. Diese Stelle ist Lorenz Pit der *François*schen Karte; unsere Buschmänner nannten den Platz ²Gúkum. Hier liegen mehrere flache Sandgruben im Schilf, von denen ich eine ausgraben ließ. Unter 1 m trockenem lag 1 m nasser Sand über gelblicher zersetzter Grauwacke. Kalktuff fehlte vollständig. Wir erhielten kein Wasser, wohl aber pflegen die Buschmänner den nassen Sand als Saugbrunnen zu benutzen.

Während der Wagen am nächsten Morgen flußabwärts fuhr, untersuchte ich den hohen Abhang des Südufers. Seine Basis besteht aus grauer und rötlicher, an Muskovitschüppchen reicher Grauwacke, deren Lagerung an einigen Stellen ausnahmsweise erkennbar war. Die Grauwackenbänke streichen nach 155° und fallen mit ∢60 nach O.N.O. ein. Sie sind nach durchschnittlich 125° derartig zerklüftet, daß die ursprüngliche Schichtung verdeckt wird. Da aber letztere bei der Verwitterung maßgebend ist, indem bestimmte Bänke widerstandsfähiger sind als andere, besitzen die aufragenden Grauwackenbänke die bereits aus Rietfontein beschriebene Kulissenstruktur. Die Hauptmasse des Abhangs bildet der rote Kalabarisand. Weder Pfannensandstein, noch Kalaharikalk waren über der Grauwacke sichtbar.

Das Tal abwärts ist gewunden, indem es bald parallel, bald quer zu lokal auftretenden Grauwackenrücken verläuft. Zwischen diesen Rücken sind die Uferränder flach und sandig.

Zwischen die Grauwacken nun sind zweimal Schollen von grauen, roten, bläulichen Kalksteinen eingelagert, die teils mergelig, teils krystallinisch, teils dolomitisch sind und in reinen Dolomit übergehen können. Bänke, Gänge, Stöcke von Chalcedon und chalcedonisiertem Kalkstein, resp. Dolomit treten in ihnen auf (Nr. 341—343). Diese alten Kalksteine streichen nach 125° und fallen mit ∢70° nach N.N.O. ein. Über ihnen liegt junger Kalaharikalk in Form von hartem Sinterkalk mit Sinterrinden.

Diese alten Kalksteine liegen demnach als Schollen mit anderem Streichen und Fallen zwischen den Chansegrauwacken eingeklemmt, ihre Streichrichtung aber fällt mit der transversalen Zerklüftung dieser zusammen.

Die Mündung des Dussidum in den Schadum wird durch eine Grauwackenbarre versperrt (Nr. 336). Der Dussidum, dem wir aufwärts folgten, hat vor seiner Mündung ein sehr breites flaches Bett mit hartem, grauem Alluvialboden, das z. T. von Gebüsch eingenommen wird. Ca. 3 km oberhalb der Mündung liegt

auf dem linken Ufer (N) auf halber Höhe des Abhangs eine flache Mulde, die sich nach dem Dussidum hin etwas öffnet. Die Ufer dieses Flußbetts bestehen unten aus Grauwacke, oben aus rotem Kalaharisand. In letzterem liegt die erwähnte Mulde. In dieser wiederum befinden sich ziemlich an der tiefsten Stelle drei Sandgruben, in denen Wasser zu finden sein sollte. Die Gemarkung hier heißt Tarikorá. Während des ganzen Tages waren wir damit beschäftigt, eine der Gruben zu vertiefen. Das Brunnenloch zeigte folgendes Profil.

a) Grauer trockener Sand, ca. 1 m, der die ganze Mulde bedeckt.
b) Nasser Sand, ca. 1.50 m.
c) Grüner fetter Ton, über einer Schicht von bis hühnereigroßen Geröllen aus weißem Quarz. Er scheint auch in die Geröllschicht einzudringen und deren Zement zu bilden.

Der Ton mit den abgerollten Quarzstücken wurde nicht durchsunken. Seine Mächtigkeit und Unterlage sind also nicht bekannt. Man kann aber vermuten, daß er auf Chansegrauwacke liegt, und zwar in einer mulden- oder talförmigen Senkung. Sicher ist nur, daß Schotter- und Tonablagerung in fließendem, resp. stehendem Wasser entstanden sind und daß sie die wasserundurchlässige Schicht bilden. Das den nassen Sand erfüllende Wasser sammelt sich anscheinend über dem Ton in einer Vertiefung des Grundgesteins an. Es quoll mit solcher Kraft in das Brunnenloch, daß der Sand mitgerissen und das Loch beständig zugeschüttet wurde. Wir hatten daher unausgesetzt zu graben, um für die durstigen Ochsen das notwendige Trinkwasser zu beschaffen.

Am folgenden Morgen ritt ich allein nach dem Wasserplatz Dússi. Das Tal wird anfangs noch von felsigen Grauwackenufern eingefaßt, dann jedoch bildet der Kalaharisand allein die flachen Gehänge.

Ca. 14½ km oberhalb Tarikora treten geschlossene, sandbedeckte Uferwände an das breite Tal heran. Am Nordufer liegen nun auf einer Strecke von 3 km drei Wasserplätze in Gestalt kleiner Schilfsümpfe mit Wassertümpeln. Die Natur dieser Wasserplätze ist nicht bekannt. Kein Aufschluß verrät die Ursache der Wasseransammlung. Sind es Quellen, die an einem aus Gestein — z. B. Pfannensandstein — bestehenden Uferrand hervorbrechen, wie die Schadumquellen? (cfr. S. 415.) Sind es Regenwasseransammlungen auf undurchlässigem Salzmergel, wie im ²Kaudum? Man weiß es nicht.

An der letzten Quelle fand ich eine Buschmannhorde, die mir den Weg nach dem ²Kaudum zeigte. Gleich am Ufer beginnt tiefer roter Kalaharisand mit ¹Kaiwald, durch den der alte Burenweg nach dem ²Kaudum und weiter nach der Löwenpfanne und Niangana am Okavango führt.

Oberhalb der Tümpel von Dussi soll kein Wasser mehr zu finden sein, wie mir die Buschmänner auf meine Frage hin erklärten.

Mittags wurden die Ochsen getränkt, und gegen 3 Uhr verließen wir Tarikora, um dem Schadum wieder abwärts zu folgen, ohne unsere Buschmänner, die hier umkehrten. So zogen wir denn auf gut Glück führerlos weiter. Der *Langhans*schen Karte von Südwestafrika entsprechend, mußte man bald die Schadumquellen erreichen, die *v. François* besucht hatte, und ca. 20 bis 25 km östlich sollte der Tauche folgen. Die Reise dorthin konnte also nicht riskant sein.

Der Marsch ging bis Sonnenuntergang im Tal entlang, das beständig das gleiche Bild darbot. Die mit Gras und Buschwaldstreifen bedeckte Talsohle ist meist ca. 100 m breit, kann sich aber auf 300 und mehr Meter erweitern, besonders an der Einmündungsstelle von Seitentälern. Flachen Pfannen und zuweilen auch Schilfmassen begegnet man häufig. Die Talsohle wird von einer ca. 3 m hohen Stufe eingefaßt, die bald steil, bald flach ansteigt. An den steilen Böschungen tritt Chansegrauwacke auf, oft überlagert von Sinterkalk. Sie streicht nach 155° und ist nach 125° zerklüftet.

Auf der Stufe liegen graue lehmige Sande, anscheinend ältere Fluß-

ablagerungen. Ein Wall roten tiefen Kalaharisandes bildet aber auf jeder Seite die Hauptböschung des Tals und tritt bald nahe an die Stromrinne heran, bald weiter zurück. Wir lagerten an einer Stelle, wo der ca. 20 m hohe südliche Wall nahe an die Flußrinne herantrat.

Am 18. Mai waren wir nach eisiger Nacht, — 6° C. zeigte das Minimumthermometer — um halb sieben Uhr unterwegs. Der Charakter des Tales blieb derselbe. Um 9 Uhr hielten wir an einer Sinterkalkplatte, die auf dem rechten Ufer hier die Stufe bildet.

Am Nachmittag wurde der Bau des Tales interessanter, indem die Stufe aus Grauwacken und alten Kalksteinen und Dolomiten sich aufbaut. Beide Formationen liegen in dem gleichen Niveau nebeneinander und bilden abwechselnd die bis 8 m hohen Wände der Stufe.

Kalaharikalk, Geröllager, alte alluviale Lehme und Sande beteiligen sich abwechselnd an ihrem Aufbau, aber über alles fort zieht sich die Decke des tiefen roten Kalaharisandes.

Betrachten wir an einer Stelle die Aufschlüsse näher. (Blatt 18, Fig. 10.)

2 h 25 m. Auf dem Nordufer bilden graue, gelbliche, rote Kalksteine und Dolomite eine 6 m hohe Steilwand. Sie streichen nach 125° und fallen mit ∢ 60—70° nach N.N.O. ein. Bänke, Gänge und Stöcke von Chalcedon durchsetzen sie unregelmäßig. Dieses Steilufer endet plötzlich an einem kleinen Wasserriß, der von N. herkommt, und zwar mit einer sehr interessanten Breccie (c).

In einer rötlichen Grundmasse aus dichtem Chalcedon liegen faust- bis kopfgroße eckige Stücke von Chalcedon, Kalkstein, Dolomit, wie sie die Stufe zusammensetzen. Auf der frischen Bruchfläche erscheint das Gestein als einheitliche Masse, erst bei der Verwitterung treten die Bruchstücke hervor. Diese Breccie lehnt sich als undeutlich gebankte Masse im Osten an die Kalksteinstufe an und bedeckt anscheinend einen ursprünglichen Abhang des Kalksteins. Sie macht durchaus den Eindruck einer lokalen Bildung. Jenseits des kleinen Wasserrisses ist die Talböschung Kalaharisand ohne Spur von Gestein.

Sind auch die gesammelten Handstücke leider verloren gegangen, so kann man über ihre Natur nach zahlreichen Analogien ähnlicher Breccien, z. B. am Südufer des Ngami, kaum im Zweifel sein. Es ist alter, eckiger, unverwitterter Kalkstein- resp. Dolomitschutt, der auf dem Abhang des Muttergesteins lag und durch Chalcedon verkittet und selbst ganz oder teilweise chalcedonisiert wurde.

Über der Kalksteinstufe liegt eine vielleicht 2 m mächtige Schotterschicht aus abgerolltem Quarz, Chalcedon, Kalkstein und Dolomit (g). Ältere, graue, alluviale Sande überlagern den Schotter. Dann folgt der Kalaharisand. 20 Minuten — 1¾ km — darauf tritt Chansegrauwacke zutage, von der Schottermasse und Sand überlagert. Aber auf dem andern — südlichen — Ufer bildet eine mehrere Meter starke Schicht sandigen Kalktuffs bis mürben Kalksandsteins die 3 m hohe Stufe (Fig. 10, d und Fig. 11). Neben der Grauwacke folgt auf dem Nordufer sofort grauer alter Alluvialsand und -lehm über schlecht aufgeschlossenem Kalktuff. Jedoch überschüttet bald Sand den ganzen Abhang. Nach weiteren 20 Minuten engt eine Stufe aus Kalkstein und Dolomit mit Chalcedonbildungen (b) das Tal ein.

Wieder folgt ein sandiger Abhang, am Lagerplatz steht aber eine 3 m hohe Kalksteinmauer an, von 2—3 m mächtiger Schicht roten Kalaharisandes direkt überlagert.

Grauwacken, Kalksteine und Dolomite, verkitteter Kalksteinschutt, Kalktuff und Kalksandstein, Schotterlager, alte Alluvien, Kalaharisand, alle diese verschiedenartigen und verschiedenalterigen Ablagerungen liegen in dem gleichen Niveau und setzen die Talstufe zusammen.

Am 19. Mai traten während der ersten drei Kilometer wiederholt Kalksteine, Dolomite, Chalcedongesteine (Nr. 339, 340) auf beiden Ufern auf, von der Mündung eines nördlichen Nebentales ab jedoch ausschließlich Pfannensandstein,

nämlich undeutlich gebankte Massen aus weißem Kalkstein, der durch Sandschnüre brecciöse Struktur angenommen hat, und harten Kalksandsteinen. In diesem Pfannensandstein lag rechts am Weg ein trockenes Brunnenloch.

Der Talboden wurde nun breit und grasig. Randliche, mit weißem, scharf schmeckendem Salz bedeckte Sand- und Schlammflächen traten innerhalb von Schilfpartien auf. Nirgends aber war der Boden sumpfig, sondern überall hart und trocken, durchfurcht von Tausenden von Wildspuren, wie von Gnus, Gemsböcken, Giraffen und Pferdeantilopen.

Um halb acht bereits erreichten wir eine mit Schilfmassen ausgefüllte Ausbuchtung des Flußbetts. Der Boden ist hier schwarzer torfiger Humus und wie ein Schwamm mit Wasser vollgesogen. Es genügte, eine flache Grube in diesem Sumpfboden anzulegen, um genügend Wasser für die Tiere zu erhalten. Dieser moorige Schilfsumpf ist auf beiden Ufern von Pfannensandstein eingefaßt, der auf dem ca. 10 m hohen Südufer über der Talsohle aufgeschlossen ist. Bedeckt wird er von hartem Sinterkalk mit Rinden und Sinterringen und Bruchstücken des liegenden Pfannensandsteins. Darüber liegt auf beiden Ufern der rote Kalaharisand. Der Talboden ist hier 80—100 m breit.

Die petrographische Untersuchung hat ergeben, daß der Pfannensandstein hier Dolomitsandstein und dolomitischer Kalksandstein ist (Nr. 345, 346).

Anscheinend handelt es sich hier um lokale, dem Pfannensandstein entspringende Quellen, die die Talsohle überschwemmen und den Schilfsumpf verursachen. Die Hauptquelle liegt wohl an dem steilen Südrand, wo denn auch offenes Wasser in Teichen steht. Unter dem Sumpfboden liegt höchstwahrscheinlich ein grauer „Salzmergel", wie er kurz genannt sein mag, ein an Bittersalzen reicher Kalk, der weiter abwärts die wasserundurchlässige Schicht bildet. Wir werden ihn noch näher kennen lernen.

An dieser ersten Schadumquelle, die in Ermangelung des richtigen Namens Schilfquelle genannt sei, blieben wir bis zum Nachmittag. Erst nach zwei Uhr brachen wir auf. Schon nach 200 m war alles Schilf verschwunden, Sand bildete beide Ufer, jedoch bewies das Vorhandensein hoher Termitenbauten aus weißer Kalkerde die Anwesenheit des Pfannensandsteins oder Kalaharikalks unter dem Sand. Einmal trat letzterer auch auf dem linken Ufer als 3 m hohe Stufe auf, und zwar harter Sinterkalk mit Bruchstücken von Pfannensandstein.

Eine Brackpfanne wurde passiert, d. h. eine ovale Pfanne im alluvialen Talboden, die mit weißen ausgeblühten Salzen bedeckt war. Der sandige Boden glich durch Frost aufgelockerter Erde und knisterte bei jedem Schritt unter dem Fuß.

Nach fast einer Stunde erweiterte sich das Tal und füllte sich mit Schilfrohr an. Salzreif bedeckte zum großen Teil den Boden. Innerhalb der Schilfmassen liegen nun ovale vegetationslose Pfannen, die mit bis fingerdicker weißer lockerer Salzschicht überzogen sind. Der Boden der Pfannen ist der erwähnte Salzmergel, der entweder direkt den Boden bildet oder von einer sandigen Lage bedeckt wird, während im Schilf und ganz besonders außerhalb desselben ein grauer lehmiger Sand und Schlamm den Mergel verhüllt.

Dieser „Salzmergel" ist kein richtiger Mergel, sondern hauptsächlich ein feiner Kalkschlamm mit Salzmandeln, und zwar von Sulphaten des Natriums, Magnesiums und Calciums, nebst Chlornatrium (Probe VIII in Anhang VI). Sandkörner und etwas Tonerde treten zum Kalkschlamm hinzu. In nassem Zustand ist die Masse kleisterartig, knetbar wie Ton, getrocknet dagegen leicht und porös. Sie hat also große Ähnlichkeit mit der Seekreide unserer Süßwasserseen, auch mit dem mürben porösen Pfannenkalktuff, namentlich den sandigen Varietäten. Gastropoden wurden nie beobachtet, ebenso fehlen mikroskopisch Diatomeen und Spongiennadeln.

Dieser Salzmergel bildet den Boden des Tals im Gebiet der Schadumquellen und wird von grauen sandig-lehmigen Alluvion bedeckt. Es ist nun interessant zu sehen, wie im Gebiet der Schilfmassen ovale Partien von diesem Flußalluvium ganz oder fast ganz frei sind, nämlich die Salzvleys. Diese Erscheinung ist so charakteristisch, daß sie sofort auffällt.

An zwei solchen 2 m tiefen und 30—40 m breiten Salzvleys, die mit Salzreif bedeckt und mit Schilf umgürtet waren, erwartete ich den zurückgebliebenen Wagen. Die Wildspuren bildeten Tausende von Pfaden, allein das Wild selbst zeigte sich nicht, nur ein kleiner Ducker hockte in einer der Pfannen und verschwand blitzschnell im Schilf.

Bald darauf erreichten wir die „Salzquelle", zwei in breiter Schilfzone gelegene Wasserlöcher, anscheinend Quellen im Pfannensandstein, der in den Löchern ansteht.

Der Morgentrek am 20. Mai glich einem Gang an einem kalten Wintermorgen. Die Temperatur war —3.2° C., der Talboden weiß bereift mit Salz, das in der Sonne glitzerte, die dunkelgrünen Mochailechaile-Bäume erschienen von fern wie Kiefern, der braune Mochenonobusch aber wie entblätterter Laubbusch, und so gehörte nicht viel Phantasie dazu, sich in die heimische Winterlandschaft hineinzuversetzen. Aber eine Herde bizarrer Gnus, die in tollen Sprüngen an uns vorbeigaloppierte, machte der Selbsttäuschung ein Ende.

Bald hinter der Salzquelle stand Pfannensandstein als 3 m hohe Stufe an. Dann wurden die Ufer aber flach und sandig. Im Bett selbst traten Schilfmassen und Salzvleys wiederholt auf. Dann wurde es sehr breit und teilte sich, indem es zwei bewaldete Inseln umschloß. Wo sich die Arme wieder vereinen, liegen ausgedehnte Schilfmassen und einige Salzsümpfe, die anscheinend von Quellen gespeist werden. Hier hielten wir um 8 Uhr morgens. Da stehendes Wasser für die Ochsen nicht vorhanden war, versuchten wir im Gebiet des sumpfigen Schilfs ein Brunnenloch in den Salzmergel zu graben. Die Arbeit war mühsam, und das Wasser drang nur langsam ein. Inzwischen hatte ich Zeit, die Umgebung der „Gnuquelle" zu untersuchen.

Ein Felsriegel von 3—5 m Höhe zieht sich östlich der Salzsümpfe quer über das Flußbett (Fig. 12). Er ist wohl vom Fluß durchbrochen worden, hat aber doch zu der starken Erweiterung des Talbodens Veranlassung gegeben. Auf dem Nordufer besteht der Riegel aus altem, rotem Kalkstein, resp. Dolomit, mit Chalcedonmetamorphosen, auf dem Südufer aber aus einer 3 m hohen Platte von Pfannensandstein. Zu oberst liegt eine $1\frac{1}{2}$ m dicke Bank aus hartem Pfannensandstein und dichtem Kalk, die knollig verwittert. Darunter liegt, $\frac{1}{2}$ m mächtig aufgeschlossen, eine erdige, lockere Kalkerde mit Kalkknollen, die an Salzen ganz außerordentlich reich ist. Diese Salze sind oberflächlich als federige Partikel ausgeblüht. Eine Böschung aus dem Schutt der Oberflächenbank bildet den untersten Teil des Abhangs.

An die Platte aus Pfannensandstein stößt innerhalb des Beckens der Salzmergel, während ein mächtiger Wall roten Kalaharisandes im Norden und Süden die Ufer bildet. Etwas östlich der Spitze aus Pfannensandstein und in den alten Kalkstein eingeschnitten mündet ein Nebental von Norden ein.

Am Nachmittag hatte das Brunnenloch nur soviel Wasser, um unser Gespann von 16 Ochsen zu tränken, die losen Ochsen bekamen nichts. Da aber der *Langhans*schen Karte nach zu urteilen der Tauche höchstens 25 km entfernt sein konnte, beschloß ich nicht zu warten, sondern brach um halb vier auf.

Nach einer halben Stunde passierten wir noch einmal einige Salzvleys mit Salzmergelboden, darauf noch einige Pfannensandsteinknollen, dann verhüllte Sand dauernd alles Gestein. Hohe bewaldete Sandgehänge, ein immer schmaler werdendes, nur noch 30—40 m breites, z. T. bewaldetes Bett, das war der monotone Anblick des heutigen Nachmittags und folgenden Vormittags, an dem wir einen 16 km langen Trek machten.

An dem Mittagslager und dem folgenden Teil des Bettes enthielt letzteres mehrere Salzvleys, die jedoch nicht in Salzmergel, sondern in grauen erdigen Sand eingesenkt waren. Salzansblühungen bedeckten die ovalen Senkungen. Auch ein trockenes Brunnenloch fand sich 15 Minuten jenseits unseres Mittagslagers in dem grauen lehmigen Alluvium.

5 km hinter dem Mittagslager begann am Nachmittag Sand das Flußbett bedenklich zu überschütten. Hier stieß ich auf eine Herde Gnus, die sich an den Mokates im Talgrund gütlich taten. Da der Wagen nicht kam, kehrte ich um und fand, daß er an einer Biegung des Bettes einer alten Wagenspur folgend nach O. abgebogen war. Sehr bald erreichte ich ihn denn auch an einer wasserhaltigen Pfanne — der Zobravley. Alle Tiere hatten getrunken, die Wassertrommeln waren gefüllt, aber die Vley war auch geleert und enthielt kaum noch einige Eimer Schlammwasser.

Am 22. Mai waren wir um 6 Uhr unterwegs, erreichten nach 20 Minuten wieder das Flußbett und folgten ihm. Um dreiviertel auf acht war das Bett nur noch eine 20 m breite flache Rinne in dem alles überwältigenden roten Kalaharisand. Wir stießen auf viel Wild, Elandantilopen und Zebras, auf die Mr. Hinton leider vergeblich Jagd machte. Die Wagenspur, der wir seit der Zebravley folgten, verließ hier das Flußbett in östlicher Richtung. Über welliges Land aus rotem Sand mit Niederungen grauen Sandes und durchweg mit dichtem Buschwald bedeckt, ging es weiter.

Um 9 Uhr stiegen wir eine Sandböschung herab. Vor uns übersahen wir eine weite, mit dichtem Busch bedeckte Ebene und am Horizont einen steilen, schöngeformten, tiefblauen Kegel, sicherlich die Tschoriloberge. In einer kleinen grasigen Lichtung hielten wir über Mittag.

Seit vorgestern hatten wir stündlich erwartet, den Tauche zu erreichen, allein wir warteten vergebens. Nirgends auch nur ein Anzeichen, daß die Kalahari der Region der Flüsse und Sümpfe Platz zu machen gedenke. Der Nachmittagstrek war schlimmer denn je. Entsetzlich tiefer roter Sand mit 'Kaiwald, ermattende Hitze und Schwüle. Zahllose Bauten der Erdeichhörnchen unterwühlten den Boden und erschwerten den Tieren das Ziehen. Als wir um halb fünf hielten, waren die Ochsen erschöpft und durstig. Gras war kaum zu finden, und wir mußten die Tiere anbinden, um sie nicht in der Nacht zu verlieren. Bei dem gänzlichen Mangel des 'Kaiwaldes an Dornbüschen war ein Kraal leider nicht herzustellen.

Am folgenden Morgen brachte uns ein $1\frac{1}{2}$stündiger Trek zu einer Vley, die noch Wasser enthielt. Sie lag in einer flachen, ausgedehnten, mit Vleybusch erfüllten Senkung. Ein Elandbulle hatte gerade getrunken, als ich als erster ankam, und verschwand schnell im Gebüsch. Eine Elefantenherde war vor einigen Tagen hier gewesen und hatte sich in der Pfanne gewälzt. Man sah auf dem feuchten Schlamm noch die Runzeln ihrer Haut. Das Vleywasser war eine gelbbraune Schlammsauce, gewürzt durch den Kot und Urin der Elefanten — ein schreckliches Getränk. Trotzdem waren wir froh, überhaupt Wasser gefunden zu haben, und blieben den Vormittag über hier. Durch eine Dosis Alaun ließ sich der Schlamm schnell niederschlagen, so daß im Eimer eine drei Finger hohe Schicht klaren Wassers entstand, die man abschöpfen konnte.

Am Nachmittag um halb vier Uhr verließen wir die Elefantenvley und zogen durch Vleylandschaft über harten grauen Sand mit Sandpfannen und Vleybusch, die durch Streifen von rotem Sand mit 'Kaiwald und Mochononobusch unterbrochen wurde, weiter. Auch Kalkknollen traten einmal im grauen Sand auf. Schließlich verließ die Wagenspur, der wir folgten, den grauen Sand und bog nach O. in eine Zone tiefen lockeren Sandes mit hohem 'Kaiwald ein. Der graue Vleysand liegt anscheinend in einer flachen talähnlichen Niederung,

der rote Sand aber bildet hier nicht etwa den Ostabhang der Niederung, sondern liegt noch tiefer.

Wir übernachteten in dem Wald und zogen nach einer an Gewitterstürmen reichen, aber regenlosen Nacht am frühen Morgen weiter. Die Sandzone mit 'Kaiwald endete bald. Wir stiegen auf eine zweite Zone grauen Vleysandes hinauf und folgten ihr ununterbrochen 6 km weit, bis wir an einer tiefen, großen, aber trockenen Sandpfanne hielten, die ich nach einem großen verlassenen Kraal Kraalpfanne nannte. Hier stand ein einsamer Mokuschongbaum, der doch gerade für das Flußgebiet des Tauebe charakteristisch ist.



Abbildung 22. Mopaniwald bei Palapye im Bamangwatoland.

Am Nachmittag halb ein Uhr ging's weiter, anfangs 2 Stunden lang durch Vleylandschaft mit typischem Buschwald und hartem, grauem Sandboden. Trockene Sandpfannen waren zahlreich. Um dreiviertel auf drei nahm die Wagenspur eine nordnordöstliche Richtung an, im Gegensatz zu der bisherigen (O. bis O.S.O.). Dann verließen wir schon nach wenigen Minuten die lange talförmige Niederung mit Vleysand und -busch und betraten das rote Sandfeld, das jene auf der Nordseite begrenzt. 'Kaiwald und Mochononobusch nahmen uns wieder auf. Am Ende des 13 km langen Treks traten aber plötzlich Mepanesträucher — Copaifera Mepane — auf. Diesen für die östliche Kalahari, für das Bamangwato- und südliche Matabeleland so charakteristischen Baum hatte ich seit dem Verlassen des Makarrikarribeckens bei Pompis Stadt nicht mehr gesehen. Nachts hatten wir starkes Gewitter und etwas Regen.

Am folgenden Morgen (25. Mai) bemerkte der Hottentottreiber Hendrik eine Schar Gemsböcke, und es gelang ihm, einen zu erlegen, für uns ein sehr

willkommenes Ereignis. Nach kurzem Trek erreichten wir eine talförmige Senkung mit Vleysand und -busch und zahlreichen tiefen, aber durchweg trockenen Pfannen mit verlassenen Kraalen. Vielleicht ist dieses die Gemarkung **Tomátscha**, ein beliebter Standplatz für Bamangwato-Jäger während der Regenzeit.

Wir fuhren die Senkung eine Strecke weit abwärts und stiegen dann auf das östliche Gehänge hinauf. Zebrapfade waren häufig, und ich schickte [2]Koschep aus, um nach Wasser zu suchen — vergeblich.

Am Rande einer neuen Niederung hielten wir. Die Ochsen waren erschöpft und durstig, wir kamen so nicht weiter und mußten einen bestimmten Plan fassen, um nach dem Tauche zu gelangen. So schickte ich denn [2]Koschep auf dem besten Pferd, das wir noch hatten, zum Fluß voraus und wollte selbst mit den Ochsen nachfolgen. Hinton und Young blieben am Wagen zurück.

Wir kamen mit den Ochsen 8 km weit. Es war später Nachmittag, von einer Annäherung an den Tauche aber nichts zu bemerken, vielmehr steckten wir in einem Mopanewald ohne alle Dornsträucher. An die Herstellung eines Kraals für die Ochsen während der Nacht war also nicht zu denken. Da wir alle Tiere nachts sicherlich verloren hätten, so kehrte ich kurz entschlossen um. Am Wagen wieder angekommen, ließ ich Hendrik mit dem noch vorhandenen Trinkwasser zurück und trat mit allen Leuten und Tieren den Rückmarsch zur Elefantenvley an. Unfähig, in der Dunkelheit, die bereits herein gebrochen, die durstigen Ochsen zu treiben, sahen wir uns gezwungen, an dem verlassenen Kraal von Tomatscha zu übernachten, die Ochsen im Kraal einsperrend.

Am folgenden Tage zogen wir, wie eine geschlagene Armee, disziplinlos und unaufhaltsam zum Wasser zurück, die Ochsen voraus, die Menschen, so gut es ging, hinterher. Überflüssigerweise bekam ich einen Fieberanfall unterwegs, und, um nicht liegen zu bleiben, mußte ich meinen Reitochsen Christian besteigen, so sehr es mir des Tieres wegen leid tat. Nach 1 Uhr erreichten wir das Wasser, stürzten uns alle hinein und tranken einträchtiglich die Schlammbrühe, die uns 3 Tage zuvor so widerwärtig erschienen war. Auch der Umstand, daß während des Trinkens ein Ochse dicht neben mir freimütig seine Bedürfnisse ins Wasser hinein verrichtete, trübte nicht die Freundschaft nach 36stündigem Dursten mit Fieber.

Am nächsten Tage, dem 27. Mai, wollte ich mittags einen Packochsen mit Wasser zum Wagen zurückschicken, als [2]Koschep ankam. Er hatte vorgestern Abend den Fluß erreicht, der von dem Wagen ebensoweit entfernt sei, wie die Elefantenvley. So änderte ich denn meinen Plan. Mit Young, Andres und den Ochsen kehrte ich nachmittags zum Wagen zurück, während Hinton und [2]Koschep mit den Pferden erst am folgenden Abend abreiten sollten. Wir übernachteten der Ochsen wegen, die sich in dem dichten Busch nachts nicht treiben ließen, an dem Kraal der Kraalspfanne und erreichten mittags am folgenden Tag den Wagen.

An demselben Nachmittag treckten wir bis zu der Stelle, wo ich am 25. umgekehrt war. Die Landschaft hat allmählich einen andern Charakter angenommen. Der anfangs in kümmerlichen Büschen auftretende Mopanibusch beherrscht alles und bildet hohe geschlossene Wälder. Dieser, z. T. prachtvolle Mopaniwald wechselt mit [1]Kaiwald und Mochononobusch ab.

Nachts machten wir noch einen langen Trek durch hohen Mopaniwald, der in dem grellen Mondlicht oft sehr malerisch aussah. Überhaupt macht er gegenüber dem häßlichen braunen Mochononobusch und dem hochbeinigen, meist unterholzlosen [1]Kaiwald einen angenehmen Eindruck. Das hellgrüne glänzende Laub, die hohen Stämme und die braunen abgefallenen Blätter am Boden erinnern an unsern Buchenwald im ersten Frühlingsgrün.

Am 29. Mai führte ein langer ermüdender, dreieinhalbstündiger Trek beständig durch Mochononobusch. Der Sand war durchweg rot und strichweise, nämlich in flußbettähnlichen Senkungen, locker und von Erdeichhörnchen durchwühlt und mit 'Kaiwald bestanden. Die Ochsen hatten schwere Arbeit, um den Wagen vorwärtszubringen. Um halb zehn Uhr hielten wir und brachen um elf wieder auf.

Zehn Minuten hinter dem Lagerplatz stiegen wir einen flachen Sandabhang hinab und verließen damit plötzlich die Kalahari. Graue und weiße Flußsande, üppige Flußvegetation, wie Mokuschong, Ficus, Baobabs, Hirsefelder, kurz eine ganz andere, erfreulichere Landschaft tat sich plötzlich vor uns auf; jetzt mußten wir dem Tauche nahe sein. Nach 20 Minuten erreichten wir denn auch die erste menschliche Niederlassung, ein Dorf der Mambukuschu, und hielten wenige Minuten später an einem Wassertümpel unter einer Gruppe hoher Mokuschongbäume.

Der Tauche war erreicht. Statt der 25 km der *Langhans*schen Karte hatten wir 120 km zurücklegen müssen, und ohne den glücklichen Zufall, zweimal Wasser zu finden — in der Zebra- und Elefantenvley — hätten wir sicherlich glänzend Fiasko gemacht.

Kapitel XXIV.

Das Kaukaufeld.

(Übersicht.)

Fassen wir die Ergebnisse der beiden vorigen Kapitel zusammen!

I. Topographische Verhältnisse.

Das Kaukaufeld ist ein Plateau, das mit scharfem Süd- und Ostrand das Okavangobecken begrenzt. Der höchste gemessene Punkt ist [2]Garu mit 1200 m Meereshöhe, allein es ist zweifellos, daß das Land nach Westen hin noch weiter ansteigt. Von [2]Garu aus senkt es sich nach S., O. und etwas N. Die Höhe von [1]Gam ist nach der barometrischen Berechnung 1050 m hoch, Hakobis soll 1070 m hoch liegen. Dieses Verhältnis ist undenkbar. Da nun die Beobachtungen in [1]Gam in eine Periode der Gewitter fielen, in Hakobis aber Trockenzeit herrschte, so möchte ich den Wert von [1]Gam für unrichtig halten und glauben, daß dieser Platz wohl etwa 1100 m hoch liege. Dann wäre die Niveaudifferenz zwischen [1]Gam und dem Okavangobecken rund 70 m. Das könnte recht wohl stimmen.

[1]Kai[1]kai liegt 1070 m hoch, demnach wären die höchsten Gipfel der Berge rund 1200—1220 m hoch, also so hoch und höher wie [2]Garu. Auch nach N. ist die Abnahme der Höhe deutlich. — Tunkwo hat 1090 m, [2]Debe 1090 m, Sedanna im Tal 1060 m. Demnach beträgt die Höhe des Sandfeldes an den Ufern ca. 1090—1100 m. Dasselbe liegt also mindestens ebenso hoch, wenn nicht höher als die Ebene bei [2]Debe. Von den genannten Punkten aus senkt sich das Plateau nach O. zum Okavangobecken und endet mit 8—10 m hohem Sandrand.

Das Kaukaufeld ist also ein sehr ebenes Land, und nur die [1]Kai[1]kaiberge, der Hügel von [2]Keanacha, und die weiter nordöstlich gelegenen Erhebungen unterbrechen die gleichförmige Fläche. Die Hügel erreichen in den [1]Kai[1]kaibergen relative Höhen von 100—150 m.

Entsprechend der Anschwellung des Plateaus in der Gegend von [2]Garu liegen zwei Flußbetten nördlich und südlich dieser Gegend, der Denib und der Schadum. Ersterer ist sicher ein Arm des großen Omuramba u Omatako, letzterer hat vielleicht früher gleichfalls mit demselben in Verbindung gestanden. Außerdem entspringen auf dem Plateau selbst mehrere Flußbetten, wie der [2]Kum[2]ganni, [2]Kudum, [1]Kai[1]kaidum. Es ist nicht unmöglich, daß vom Denib ein Arm in nordöstlicher Richtung abgeht und das Okavangobecken erreicht. Der Nausche und vielleicht der [2]Kaua wären dann wohl Stücke dieses Flußbettes, das auf Grund von Erkundigungen bei Eingeborenen und Buren unter dem Namen Muisrevier auf manchen Karten gezeichnet ist.

II. Geologische Verhältnisse.

A) Das Grundgestein.

Auf dem Kaukauplateau tritt das Grundgestein in drei Formen auf, einmal in den Bergen, sodann in der Ebene, vom Sand mehr oder weniger bedeckt, und schließlich in den Flußbetten. An solchen Stellen sind die Flußbetten sandfrei, haben ein bedeutendes Gefälle und steigen hier anscheinend eine Stufe herab, nämlich den Gesteinsrand des Plateaus. Solche Stufen befinden sich im Denib bei [1]Gam (Blatt 18, Fig. 21), nach Powries Angaben auch im [1]Kai[1]kaidum an den kleinen Hügeln c, im Schadum zwischen Sodama und der Gnuquello, vielleicht auch im [2]Kaua an den dortigen Wasserplätzen. Die Gesteinsaufschlüsse bezeichnen also auch den Rand des Gesteinsplateaus, an den sich ein Sandmantel anschließt.

Chanse- und Ngamischichten setzen das Grundgestein zusammen.

1) Die Chanseschichten.

Die bekannten rötlichen, grauen, an Eisenglanz und Muskovitschüppchen reichen Grauwacken kommen in drei Regionen vor. Einmal bilden sie überwiegend die Ufer des Schadumtals, sodann treten sie auf der Hochfläche nördlich von [2]Debe auf, und drittens ist ihre Anwesenheit in der Gegend von [2]Garu durch eckige Stücke im Pfannensandstein bewiesen worden. Schließlich spricht Quarzgrus in lehmigem Verwitterungsboden südlich von [2]Garu entschieden für einen Untergrund aus Chansegrauwacken.

Die Lagerung wurde nur im Schadumtal beobachtet, Streichen 155°, ∢60° O.N.O. — also Damararichtung. Eine energische Klüftung verläuft dagegen nach 125°.

2) Die Ngamischichten.

Diese Formation wird ausschließlich durch Gesteine der mittleren Stufe vertreten, nämlich Kalksteine, Dolomite, Mergelkalk, Kalkmergel, die in großem Umfang einer energischen Hydatometamorphose ausgesetzt gewesen und in Chalcedon umgewandelt worden sind. Dieser Chalcedon hat oft sehr große Ähnlichkeit mit Quarz — ein Hinweis auf ein hohes Alter. Sehr interessant ist das reichliche Auftreten brecciöser Gesteine. Die Kalksteine resp. der aus ihnen entstandene Chalcedon sind zerklüftet und die Spalten mit jüngerem Chalcedon ausgefüllt. Oder das Gestein war tatsächlich zu Schutt, d. h. in einzelne eckige Stücke, zerfallen, die in jüngerem Chalcedon schwimmen.

Die Ngamischichten treten in drei Regionen auf, am Schadum, in den [1]Kai[1]kaibergen und im [1]Gamfeld.

Am Schadum liegen sie als Schollen zwischen Chanseschichten eingeklemmt, streichen nach 125° — also parallel der Zerklüftung der Chansegrauwacken — und fallen mit 70° nach N.N.O. ein.

In den [1]Kai[1]kaibergen nehmen sie eine S.W.—N.O. streichende Zone ein, in der jedoch sehr wechselndes Streichen herrscht. Kap-, Chanse- und Kaffraria-Richtung dürften wohl vorherrschen, allein S.O.—N.W.- und N.—S.-Richtungen sind auch keineswegs selten. Jedenfalls ist es ein gewaltig gestörtes Gebiet.

Eine bestimmte Beziehung besteht zwischen den kalkigen und kieseligen Gesteinen bezüglich ihres orographischen Verhaltens. Die ersteren bilden niedrige Rücken und selbst Ebenen, letztere dagegen hochaufragende Berge. Manche derselben sind lediglich riesige, isolierte, durch Denudation herauspräparierte Chalcedonstöcke.

Im [1]Gamfeld spielen Verkieselungen keine große Rolle, um so mehr Dolomitisierung. Die Dolomite ragen nicht über das Niveau der Ebene hinaus,

erst da, wo Verkieselung in erheblichem Umfang eingetreten ist, finden sich Hügel, wie der von ²Kea²nacha. Die gleiche Beschaffenheit haben voraussichtlich die Hügel a, b und c.

Die Lagerung des Dolomits wurde nur einmal beobachtet, nämlich am ²Kea ²nacha-Hügel Streichen 50°, ∢ 50° S.O. — also Kaffraria-Richtung.

3) Der Aufbau des Grundgesteins.

Die beiden Formationen setzen das Plateau anscheinend in folgender Weise zusammen.

Die Ngamischichten bilden eine S.W.—N.O. streichende Zone von ¹Gam nach Hügel e, ferner eine zweite Zone in den ¹Kai¹kaibergen. Möglicherweise liegt zwischen beiden eine Zone von Chanseschichten (cfr. Quarzgrus zwischen ¹Gam und ²Garu). Weiter nördlich folgt jedenfalls Grauwacke, die anscheinend schon bei ²Garu beginnt.

Im Schadumtal liegen Schollen von Ngamischichten zwischen Chanseschichten, deren Streichen von dem bisherigen durchaus abweicht.

4) Die Oberflächenformen des Grundgesteins.

Die Oberfläche des Grundgesteins ist in vielen Fällen keine Ebene, ebensowenig wie im Chansefeld und Ngamirumpf. Wie dort, steigen auch hier Wälle zwischen Mulden auf. Das kann man am Schadum recht gut erkennen. Kessel sind zwar nicht mit absoluter Sicherheit nachgewiesen werden, allein bei so eigentümlichen Pfannen, wie ²Garu, ¹Gautscha, Kalkfontein sehr wahrscheinlich.

Die Täler sind zweifellos in das Grundgestein eingeschnitten und existierten teilweise wohl schon vor der Ablagerung der Deckschichten. Wenigstens zeigt das Auftreten von in Chalcedon verkittetem alten Schutt im Schadum, daß hier bereits eine Einsenkung bestand.

Die Berge sind, wie bereits erwähnt wurde, als herausgewitterte verkieselte Massen zu erklären.

Südlich von ¹Gam hat der Plateaurand auch bereits bestanden. Denn das Konglomerat und die Breccie am Engpaß des Denib dürfte eine alte Schuttmasse an jenem Rand sein (Fig. 21). Sie scheint freilich nicht lediglich ein Schutt in situ zu sein. Denn er enthält nicht nur abgerollte Blöcke von Dolomit, neben eckigen, sondern auch von Ngamidiabas, ja sogar Chalcedonsandstein, der eingekieselt sein dürfte. Ein ähnliches Konglomerat findet sich nach Angabe des Prospekters Powrie in dem ¹Kai¹kaidum unterhalb der Hügel e, wo es ebenfalls einen Engpaß bildet und auch nahe dem alten Plateaurande liegen dürfte.

B) Die Deckschichten.

Im Kaukanplateau finden wir die verschiedenen Glieder der Deckschichten, die wir bereits kennen gelernt haben, und außerdem ein neues, das bald von großer Wichtigkeit werden wird — den Salzmergel.

1) Die Betletleschichten.

Eingekieselte Chalcedonsandsteine mit und ohne brecciöse Struktur kommen im Denibtal und innerhalb der ¹Kai¹kaiberge vor. Im Denibtal nehmen sie anscheinend das tiefste Niveau ein und werden von den Kalksandsteinen überlagert. Bei Kalkfontein bilden sie wahrscheinlich den steilen S.O.-Rand der Pfanne.

Kalksandsteine, die stellenweise verkieselt sind und auch in Dolomit umgewandelt sein können, spielen auf dem Plateau und in den Tälern eine wichtige Rolle. Sie enthalten nie Fossilien, auch nicht Diatomeen. Eigentümlich ist die rote Farbe der Pfannensandsteine in der Gegend von ²Garu. Sie wurden in dieser Form noch nicht beobachtet. Außerdem treten aber auch die gewöhn-

lichen hellen Kalksandsteine auf, so z. B. im Schadum, in Guru, südlich von ²Garu und im Denibtal.

Der Kontakt zwischen Kalksandstein und Grundgestein ist nirgends aufgeschlossen, und es ist daher nicht bekannt, ob jener im Liegenden losen Schutt verkittet. Nur im Denibtal liegt eine mächtige Schuttmasse in Pfannensandstein, der stellenweise stark verkieselt ist. Sehr merkwürdig ist die Mörtelstruktur dieses Gesteins. Wie die Sandkörner in dem Chalcedonsandstein durch eingedrungenen Chalcedon getrennt worden sind, so daß sie isoliert liegen, so sind die schweren Blöcke anscheinend bei der Einkalkung voneinander getrennt worden, so daß sie sich nicht mehr berühren — sicherlich eine sehr auffallende Erscheinung.

Wichtig und interessant ist das Auftreten eingekieselten Chalcedonsandsteins als Geröll im Pfannensandstein des Denibtals. Letzterer ist also sicherlich jünger als jener.

Nicht weniger interessant ist das Auftreten brecciöser Struktur in den obersten Partien, und zwar sind Klüfte, sowie lose Stücke wiederum durch Kalksandstein verkittet worden.

An dem Riegel der Gnuquelle im Schadumtal findet sich nun eine Ablagerung, die theoretisch von allergrößter Wichtigkeit sein dürfte, nämlich eine kalkreiche Salzablagerung. Sie liegt unter einer dicken, knelligen, teilweise wohl verkieselten Bank von Pfannensandstein und ist so salzreich, daß sie ein lockeres Gemisch aus pulverigem und federförmigem Salz, Kalkerde und Sand vorstellt. Es ist dieses der erste absolute Beweis dafür, daß die Pfannensandsteine in salzigen Teichen und Seen gebildet worden sind. Denn jetzt sind diese wenig mächtigen Gesteine alle ausgelaugt, und Diatomeen, die den Beweis für ehemaliges Brackwasser zu liefern imstande wären, sind in keinem dieser Sandsteine zu finden Diese Salzablagerung muß in einem wirklichen Salzsee mit konzentriertem Salzgehalt ausgeschieden sein, wie sie sich in abflußlosen Ländern häufig finden.

2) Der Kalaharikalk.

In vier verschiedenen Formen tritt der Kalaharikalk auf.

a) Der harte Sinterkalk ist mit Rinden und Sinterringen gut entwickelt, bildet Überzüge auf dem Grundgestein und Pfannensandstein und umrandet die schalenförmigen Dolomitflächen, die Kessel aus Pfannensandstein, die Talgehänge mancher Flüsse. Oft ist er von dem Pfannensandstein deutlich unterschieden, es kommen aber doch auch Fälle vor, wo man bei hartem Sinterkalk, der aus Decksand auftaucht, nicht entscheiden kann, ob Kalaharikalk oder Pfannensandstein vorliegt. Beide sind ja genetisch anscheinend ganz ähnliche, wenn nicht gleiche Bildungen, letzterer ist aber älter und infolgedessen mehr verändert als jener, teils infolge von Verkieselung, teils infolge sekundärer Kalkauflösung und -abscheidung. Allein es kommen zuweilen Kalke vor, die den relativ alten Habitus des Pfannensandsteins haben, aber Gastropoden führen, wie Nr. 306. Deshalb ist man da, wo nicht beide Kalkarten übereinander typisch entwickelt sind, nie sicher, welches Alter der Kalk habe.

Ausgezeichnet entwickelt ist der Sinterkalk auf den Gehängen der ¹Kai¹kaiberge und am Schadum, und zwar überrindet er nicht nur das feste, anstehende Gestein und dringt in dessen Fugen ein, sondern verkittet auch eckigen, unzersetzten Gehängeschutt. So entstehen denn ähnliche Breccien, wie auf dem Nordrand des Ngamirumpfes im Bereich der Ngamikalke.

b) Der mürbe Kalksandstein, der ja den Untergrund des Okavangobeckens bildet, lagert sich an den südlichen Gesteinsrand des Kaukauplateaus an und ist in dem Denibtal noch aufgeschlossen. Ein Kalksandstein, der vielleicht

eher sandiger Kalktuff genannt zu werden verdient, erfüllt stellenweise das Schadumtal, z. B. bei Sodanna. Er bildet den Übergang zu dem

c) Kalktuff, der in einigen Pfannen liegt, wie [1]Gam, Guru und [2]Dobe. Wie im Chansefeld ist es ein mürber, sandhaltiger Röhrentuff.

d) Der Salzmergel ist ein uns bisher nicht bekanntes Gebilde. Man kann ihn für eine Abart des Kalktuffs der Pfannen ansehen, nur mit dem Unterschied, daß er sehr viel salzreicher ist als jene. Er besteht hauptsächlich aus Kalk, Quarzsand und Salzen, und zwar Sulphaten und wenig Kochsalz. Auf dem hohen Salzgehalt beruht die Eigenschaft feucht und weich zu bleiben und Salzsümpfe zu bilden. Er ist auffallend schwer durchlässig für Wasser und macht durchaus den Eindruck von zähem Ton. Deshalb nannte ich ihn auch „Salzton". Tatsächlich enthält er aber nur wenig Tonerde. Man kann ihn sehr wohl mit der alten, weißem Kleister ähnlichen, abgelagerten Seekreide unserer Seen vergleichen, nur mit dem Unterschied, daß der Salzmergel sehr reich an Salzen ist. Ebenso wie der sandige Kalktuff ist er eine Ablagerung innerhalb des Schadumtals, und zwar ist er älter als die Massen von Kalaharisand, die auf den Ufern aufgehäuft sind.

Sehen wir von dem harten Sinterkalk ab, der wohl als Kalkkruste entstanden und durch rieselndes Wasser vielleicht unter dem Einfluß von Algen verändert worden ist, so gehen die andern Glieder des Kalaharikalks alle ineinander über. Ein feiner Kalkschlamm à la Seekreide ist die einfachste Form der Ablagerung und geht durch Aufnahme von Quarzsand, der oft in Form von Röhren zusammengedrängt ist, in mürben Kalksandstein, durch Aufnahme von Salzen aber in Salzmergel über. Petrographisch sind alle Übergänge möglich und auch vorhanden.

3) Der Kalaharisand.

Der Kalaharisand setzt sich aus drei uns wohl bekannten Gliedern zusammen, nämlich Schotterlagern, dem roten Sand und dem grauen Vleysand.

a) Schotterlager finden sich als Liegendstes des Kalaharisandes an den Ufern der Flußbetten. Sie wurden immer nur strichweise beobachtet, und es ist nicht bekannt, ob sie lokale Bildungen durch Nebenflüsse sind oder ob sie als regelmäßige Ablagerung die Flußbetten begleiten. Es ist durchaus möglich, daß die nur einen, höchstens zwei Meter mächtige Bank durch die abgewehten und abgeschwemmten Sande fast überall verdeckt wird.

b) Der rote Sand tritt auf dem Plateau in derselben Weise auf, wie in dem Okavangobecken. Zunächst ist der Gesteinsrand des Plateaus von einem gewaltigen Mantel tiefen roten Sandes umhüllt, der eine 20—30 Kilometer breite Zone bildet und, wie bekannt, als 10—20 m hoher, scharf ausgebildeter Rand das Okavangobecken begrenzt. Auf dem Plateau sind alle Flußbetten, vor allem der Denib und Schadum, von mächtigen Sandwällen begleitet, die 20 und mehr Meter Mächtigkeit erreichen. Am Schadum sind sie so mächtig, daß ihre Oberfläche ebenso hoch und vielleicht höher liegt, als die Pfanne von [2]Dobe und das Gesteinsfeld nördlich derselben (1090—1100 m), während das Grundgestein am Schadumtal ca. 1060 m hoch liegt. Sowohl an diesem Flußbett, wie am Denib, bilden diese Sandwälle ein breites Tal, in dem sich die Stromrinne windet. In einiger Entfernung von dem Bett ziehen anscheinend Paralleltäler hin, ganz ähnlich wie auf der Südseite des Bainestals und des Epukiro bei Sandpits.

Das Gesetz der Anhäufung von Sandmassen an den Ufern der Flußbetten wird also vollauf bestätigt.

Außerhalb der großen Flußbetten sind rote Sande allenthalben zu beobachten, ohne daß bezüglich ihrer Mächtigkeit, ihrer Verteilung und Ablagerung bestimmte Gesetze auffielen, die auf ihre Entstehung Licht werfen könnten. Nur die schon

wiederholt gemachte Beobachtung wurde aufs neue bestätigt, nämlich die Anhäufung gewaltiger Sandmassen auf der südöstlichen bis östlichen Seite der Berge, z. B. am Rücken und Hügel von ²Koa²nacha und ebenso an den ¹Kai¹kaibergen, von denen auf der Süd- und Südostseite niedrige Wälle und Kuppen total überwältigt worden sind. Die Vegetation des roten Sandes ist hier, wie überall, der trostlose öde Kalaharibusch, der außerordentlich dicht ist und vorwiegend aus Mochonono besteht.

c) Der graue Vleysand liegt als grauer humoser Sand mit ebener Oberfläche in rundlichen und flußbettartigen Niederungen des Sandfeldes. Dichter bis lichter Vleybusch, zahlreiche verschieden große und tiefe Sandpfannen sind ihm eigentümlich. Sehr bemerkenswerte Bildungen sind die langen flußbettartigen Niederungen zwischen dem Schadum und dem Tauche. Sie laufen ersterem Flußbett parallel und sind in roten Sand eingesenkt. Harter, ebener, grauer Boden mit Vleys liegt innerhalb der Senkung. Sehr eigentümlich ist nun aber das Auftreten eines sandigen Mittelstreifs mit ¹Kaiwald innerhalb jener Senkung, in der die Elefantenvley, Kraalpfanne und andere Vleys liegen.

Wenn wir das Profil Fig. 20 Blatt 18 betrachten*) und mit dem Querschnitt durch den Ngamifluß bei Lekala (Blatt 20, Fig. 9 und 10) vergleichen, so fällt die Übereinstimmung sofort in die Augen. In den grauen Schlammboden — resp. humosen Sand — eines Flußbettes mit Wasserkolken — resp. Vleys — und Ufern aus Sand ist nachträglich durch Erosion eine Stromrinne eingeschnitten worden, die den unter der Schlammdecke liegenden Sand bloßgelegt hat. Sobald es gelingt, den humosen Vleysand in direkte genetische Beziehung zu der Schlammdecke der heutigen Flußbetten zu bringen, ist der Vergleich völlig durchführbar und alle Bedenken beseitigt, die flußbettartigen Niederungen für wirkliche alte Flußbetten zu halten. Die Vleys wären dann alte Kolke, entsprechend den Auswühlungen des Ngamiflusses, erhalten und weiter ausgearbeitet durch die trinkenden und badenden Tiere.

4) Der Decksand.

Mehrere Inseln von Decksand treten auf dem Plateau auf, so z. B. die von ¹Gam, zwischen ¹Gam und ²Garu, einige zwischen ²Garu und dem Schadum. Sein Charakter ist derselbe, wie im Chansefeld u. s. w., d. h. er ist mit Grus des liegenden Gesteins erfüllt, also eine lokale Bildung, und seine Entstehung unter dem Einfluß der wühlenden Tiere überall leicht erkennbar.

5) Alluviale Bildungen.

Alluvien aus verschiedener Zeit bis zur Gegenwart findet man einmal in den Flußbetten, sodann in den lokalen Niederungen, wie Kalkpfannen, Vleys und in Sümpfen.

a) Flußsande erfüllen zum großen Teil die Betten und sind im allgemeinen graue humose Sande. Wo sie zu mächtigen Massen anschwellen, die das Bett verstopfen, nehmen sie rötliche Farben an und gehen in Kalaharisand über. Wo dagegen die Betten sandarm, die Ufer felsig sind und wo anscheinend vor nicht allzulanger Zeit noch periodisch Wasser floß und stand, da geht der humose Sand in sandigen humosen Schlammboden über, der zum großen Teil aus halbzersetzten vegetabilischen Resten besteht. Häufig ist der Kalkgehalt ein sehr beträchtlicher, namentlich da, wo Kalke am Ufer anstehen, wie z. B. im Schadumtal.

In anderen Fällen werden die Flußsande salzreich. Der Salzgehalt des Bodens zeigt sich in einer Auflockerung der oberflächlichen Schichten, wie bei Haarfrost, so daß der Sand unter dem Fuß knirschend zusammenbricht.

*) Auf der Zeichnung sollten beide Schlammebenen b das gleiche Niveau haben; die auf der rechten Seite liegt etwas zu hoch.

In den Vleys, in denen Wasser während der Regenzeit steht, bildet sich dunkler, aus Sand und Vegetabilien bestehender Schlamm von geringer Mächtigkeit. Ein aus Vegetabilien und Kalk bestehender schwarzer Medder erfüllt die Krater mancher Kalkpfannen, wie z. B. ¹Kai¹kai, Guru, Tsumkwe, wie ja auch manche Krater des Chansefeldes. Einen uns bisher unbekannten Boden haben wir aber an der Schilfquelle des Schadum gefunden, nämlich einen aus angehäuften zersetzten Pflanzen bestehenden, torfig-moorigen Boden, der sich in dem Sumpf der Quelle gebildet hat. Es ist also ein richtiger Sumpfboden. Wir werden sehen, daß solche torfige Humusböden in den weiter nördlich gelegenen Gebieten, namentlich in der nördlichen Kalahari, eine große Rolle spielen.

6) Kalkpfannen und Vleys.

Die Wasserplätze des Kankanfeldes sind, ähnlich wie im Chansefeld, hauptsächlich in Kalkpfannen zu finden, und dazu kommen im Schadum Quellen, die an den Ufergehängen entspringen.

Die einfachste Form von Pfannen sind die Dolomitschalen mit Umrandung von hartem Sinterkalk, die im ¹Gamfeld auftreten. Eine ähnliche, aber tiefere Einsenkung ist die Pfanne von ¹Gam, die mit Kalktuff ausgefüllt ist. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die Dolomitschalen früher auch eine Pfannenkalktuffdecke besessen, aber unter dem zerstörenden Einfluß der trinkenden Tiere verloren haben.

Im Norden haben wir Kalkpfannen, an denen das Grundgestein gar nicht zutage tritt. Kobib entspricht dem Bau nach der Kalkpfanne zwischen ²Oas und ²Kuikus, es ist eine mit harter Kalkbank überzogene Kalktuffschale. Tsumkwe ist eine typische Kalkpfanne mit Kalktuffkrater, in Guru ist dagegen der Kalktuff bis auf grobes Geröll zerstört, und der Boden tritt zutage, nämlich ein eigentümlicher Kalksandstein mit eisenschüssigen Röhren, wie er noch nie beobachtet wurde. Auch in ¹Kai¹kai ist der Kalktuff total entfernt und der Krater mit Schilfsumpf und schwarzem, vegetabilischem Medder erfüllt.

²Dobe ist auch eine Kalkpfanne ähnlich denen des Chansefeldes: harter Sinterkalk außen, weicher Kalktuff innen und auf einer Seite eine Masse von wahrscheinlich eingekieseltem Chalcedonsandstein. Auffallend ist nur der große Krater und der Salzreichtum des Kalktuffs im Innern, der dem Salzmergel gleicht. Von allen Pfannen des Chansefeldes ähnelt ihr am meisten Tsch-uku und dürfte auch die Entstehungsart beider ähnlich sein. In beiden findet auch heute noch die gleiche Art der Schlammausfuhr statt, nämlich durch Winderosion unter starker Mitwirkung der Tiere.

Ganz ähnliche Bildungen sind die Kessel im Pfannensandstein, wie ²Garu und wohl auch ¹Gautscha. Harter Sinterkalk umgibt sie, salzreicher Kalkschlamm, wie in ²Dobe, erfüllt ¹Gautscha, während ein humoser Sand den Boden von ²Garu bildet, unter dem nur am Rande Kalk spärlich zutage tritt. Ob der Pfannensandstein eine Vertiefung des Grundgesteins ausfüllt, ist nicht bekannt, aber man denkt doch unwillkürlich an die Kessel des Chansefeldes und Ngamirumpfes.

Allen diesen Pfannen fehlt durchaus ein Krater, der Pfannenboden ist vielmehr völlig eben.

Sandpfannen mit Salzmergelboden — Salzvleys — bilden in mancher Beziehung einen Übergang zwischen reinen Sandpfannen und Kalkpfannen. Sie finden sich in großer Zahl im Bereich der Schadumquellen, wo der Salzmergel den Boden bildet. Innerhalb der Schilfmassen, die selbst auf Sandboden mit ausblühendem Salz gedeihen, liegen diese 40, 60, selbst 100 m langen, ovalen und rundlichen, $^1/_2$—1 und mehr Meter tiefen Schalen, deren vegetationsloser Boden mit weißem Salzreif bedeckt ist. Darunter liegt der helle Salzmergel direkt

oder unter einer dünnen Sandschicht. Zahllose Tierspuren sind überall sichtbar, besonders auch innerhalb dieser Pfannen, und diese dürften in der Tat in erster Linie der Tierwelt ihre Entstehung verdanken.

Die gleichen Bildungen sind die im Flußbett befindlichen rundlichen Pfannen mit salzreichem Sand- und Schlammboden. Es handelt sich anscheinend auch in diesem Fall um Salz, das aus dem tiefer liegenden Salzmergel ausgeblüht ist. Wir finden also hier im Schadum eine Bestätigung der früheren Annahme, daß das Salz der Sandpfannen im Epukiro aus tiefer liegendem, salzreichem Kalk aufsteige.



Abbildung 23. Junger Motswere (Combretum primigenium) in Buschwald und Grasland. Ssikunne am Marico. Der landschaftliche Charakter gleicht auffallend dem der Gesteinsfelder der Kalahari, z. B. im Chansefeld, Kaukaufeld u. a.

III. Folgerungen.

Die verschiedenen Perioden der Botletlezeit sind sehr gut zu verfolgen.

1) Die Wüstenperiode.

Unzersetzte Schuttmassen auf den Gehängen der Berge, zerplatztes und geborstenes Gestein, das vor dem Beginn der Kieselsäurelösungen die Oberfläche bedeckte, weisen mit Entschiedenheit auf ein trockenes Klima hin. Die Mulden im Dolomit von ǃGam und die theoretischen Kessel im Grundgestein unter den großen Pfannen würden dann ihre Entstehung durch Winderosion während dieser Periode verdanken.

2) Die erste Periode der Kieselsäurelösungen.

Die Verhältnisse in den 'Kai'kaibergen beweisen, daß die Verkieselung sehr weit zurückliegen muß. Einmal deutet die „Quarzähnlichkeit“ des Chalcedons auf ein hohes Alter der Verkieselungen hin, und außerdem müssen diese Prozesse bei ganz anderen orographischen Verhältnissen stattgefunden haben. Die heutigen Berge, die ja z. T. direkt Chalcedonstöcke sind, können damals gar nicht bestanden haben. Solche stockförmige Verkieselungen setzen unter allen Umständen das Verhandensein einer geschlossenen Schichtenreihe voraus, in der die verkieselnden Gewässer fließen konnten.

Wir werden später sehen, daß die Verkieselung der 'Kai'kaikalke wahrscheinlich älter ist, als die Dwykazeit, allein neben altem „quarzähnlichem“ Chalcedon ist derselbe oft genug anscheinend recht jung. Auch fehlen ja eingekieselte Sande von anscheinend jungem Alter in den 'Kai'kaibergen nicht. Die Entstehung der Klippen aus diesem Chalcedonsandstein innerhalb der Berggruppe ist wohl so zu denken, daß loser Wüstensand durch zirkulierendes Wasser lokal in den liegendsten Partien eingekieselt wurde. Daß die Periode der Einkieselung der Pfannensandsteinzeit vorausging, wird durch das Auftreten von Chalcedonsandstein als Geröll in diesem Gestein bewiesen. Daraus folgt ferner, daß die Chalcedonsandsteine der Zerstörung ausgesetzt gewesen sind, als sich die Pfannensandsteine bildeten.

3) Die erste Periode der Kalklösungen.

Pfannensandsteine finden sich im Kaukaufeld in ausgedehntem Maße und z. T. erheblicher Mächtigkeit. Es mögen Kalkkrusten, sowie eingekalkte Sande und Schuttmassen sein — so z. B. das Denibkonglomerat, das wohl z. T. aus abgerollten Blöcken besteht, aber doch wohl kaum sehr weit transportiert worden sein kann. Die Mörtelstruktur weist entschieden auf Einkalkung hin, wie bei den Ringelerzen Bruchstücke von Ganggestein etc. durch sekundär abgeschiedene Mineralien getrennt und auseinandergeschoben worden sind. So auffallend dieser Vorgang ist, weil er eine gewaltige Kraftentfaltung beim Auskristallisieren voraussetzt, so bleibt doch keine andere Erklärung übrig, weder für die Ringelerze, noch für die eingekieselten Chalcedonsandsteine. Während der Zeit der Kalklösungen, die entschieden auf eine Steigerung der Niederschläge hinweisen, müssen Perioden größerer Trockenzeit eingetreten sein. Das beweist das Zerspringen der abgelagerten Kalke und die nachträgliche Verkittung durch Kalksandstein, d. h. zuerst wurde Sand eingeweht, dann Sand und Klüfte durch Kalk verkittet.

Auffallend ist im Kaukaufeld die umfangreiche Dolomitisierung, die wohl auf Chlormagnesium oder Magnesiumsulphat zurückzuführen ist und jedenfalls auf salzhaltige Gewässer hinweist.

Sehr wichtig und interessant ist das Auftreten der Salzkalkerde unter der Bank harten Pfannensandsteins an der Gnuquelle. Das ist entschieden eine Ablagerung in einem Salzsee, nicht nur Brackwassersee. Ihre Erhaltung verdanken sie der harten Oberflächenbank, anscheinend einer Kalkkruste auf der Oberfläche des ausgetrockneten Salzseebodens.

Auch aus diesen Verhältnissen dürfen wir, wie aus dem Auftreten brecciöser Gesteine, auf eine während resp. nach der Periode der Kalklösungen eingetretene Trockenperiode schließen.

Sodann aber drängt sich uns unwillkürlich die Frage auf, sollten sich am Ende der Pfannensandsteinperiode nicht ähnliche Salzseen gebildet haben mit ähnlichen und vielleicht noch reineren Salzabscheidungen, von denen keine Reste erhalten sind, weil die späteren feuchten Perioden sie beseitigt haben? Sicheres kann man nicht sagen, allein das ehemalige Verhandensein derartiger Salzseen

und Salzlager ist doch sehr wahrscheinlich, wie wir bei Betrachtung der Kalkkessel sehen werden.

4) Die zweite Periode der Kieselsäurelösungen.

Die Pfannensandsteine sind stellenweise wieder verkieselt worden, so z. B. im Denibtal. In anderen Gegenden, wie ^{2}Garu und an der Schilfquelle, wurde Verkieselung nicht festgestellt, wohl aber in ausgedehntem Maße Dolomitisierung. Es scheint fast, als wäre diese gewissermaßen ein Ersatz für das Fehlen der Verkieselung. In den Ngamikalken ist es merkwürdigerweise ähnlich — in ^{1}Gam Dolomit ohne, in den ^{1}Kai^{1}kaibergen Kalk mit Verkieselung — ohne daß auf eine direkte Beziehung geschlossen werden dürfte.

5) Die Periode des Kalaharikalks.

Wie überall, haben auch hier die Ablagerungen der zweiten Kalkperiode eine wahrscheinlich größere Ausdehnung als die der ersten, wenn wir uns auch nicht verhehlen dürfen, daß die Unterscheidung zwischen beiden ohne gute Aufschlüsse, also bei Schellen im Sand, nicht möglich ist. Daher mögen die Kalkkrusten der Pfannensandsteinzeit doch weit größere Ausdehnung besitzen, als es, nach den guten Aufschlüssen zu urteilen, den Anschein hat. Der Kalaharisand zerfällt in zwei Formen, nämlich Rinden- und Sinterkalke als Kalkkrusten, ferner Beckenablagerungen in Form von Kalktuff, der durch Aufnahme von Quarzsand in Kalksandstein, durch Anreicherung von Salzen in Salzmergel übergeht.

Von großem Interesse ist dieser Salzmergel. Auch er weist entschieden auf eine Ablagerung in einem Salzsee hin. Ja, die Vermutung liegt nahe, daß die heutige Oberfläche des Salzmergels nicht die ursprüngliche ist, daß vielmehr noch salzreichere Schichten, vielleicht ein Salzlager selbst, einst darüber lagen, aber von den Gewässern der folgenden Periode zerstört worden sind. Seine Entstehungsweise ist jedoch hier nicht gut zu studieren, namentlich nicht sein Verhältnis zum Kalaharikalk — ob gleichalterig oder jünger — zu erkennen, deshalb sei erst später diese Frage erörtert.

Dafür, daß die Periode des Kalaharikalks mit einer Zeit relativer Trockenheit abschloß, haben wir im Kaukaufeld nur einen Hinweis, die harte Kalkbank auf der Oberfläche des Kalktuffs von Kobib.

6) Die Periode des Kalaharisandes.

Mehrere Erscheinungen sprechen für eine entschiedene Ablagerung des Sandes durch Flüsse, nämlich die Schotter im Liegenden und die gewaltige Anhäufung zu beiden Seiten der Flußbetten. Daß ferner auf der Oberfläche des Sandfeldes früher reichlich Wasser geflossen ist, zeigen die zahllosen flußbettähnlichen Niederungen, z. B. das Tal der Elefantenvley. Wie auch in anderen Gegenden, gewinnt man hier den Eindruck, daß einst gewaltige Fluten sich über das Sandfeld ergossen haben, daß Tausende von Rinnen gegraben, Tausende von Kesseln und Niederungen ausgewühlt worden sind. Sobald es gelänge, den roten und den humosen Sand auf bestimmte Ablagerungen der heutigen Fluß- und Seensysteme zurückzuführen, wäre für das Verständnis der Kalahari viel gewonnen.

Macht aber der Kalaharisand auch den Eindruck einer hauptsächlich durch Flüsse abgelagerten Sandmasse, so tritt doch auch hier, wie anderswo, die Verteilung des Sandes durch den Wind deutlich zutage. Die Anhäufung auf der Ostseite der Berge ist sicher eine Wirkung früherer Ostwinde gewesen und auch die auffallend scharfe Grenze des Sandrandes gegen das Okavangobecken dürfte ganz wesentlich unter Mitwirkung der Winde geschaffen worden sein.

7) Die Periode nach Ablagerung des Kalaharisandes.

Als die Niederschläge und Fluten abnahmen, trat in mancher Hinsicht eine Wandlung ein, Verödung der zahllosen kleineren Flußläufe und Seen, Einschneiden der auf die Hauptbetten beschränkten Gewässer und Ausräumen der Hauptflußtäler. Dann aber verödeten auch diese, wurden periodisch, verstopften sich mit Sand und schließlich schwand das Wasser ganz. Die Kalkpfannen aber trockneten aus, die Krater wurden ausgearbeitet.

8) Die Kalkkessel.

Eine besondere Erörterung verdienen die Kessel von ²Dobe, ¹Gautscha und ²Garu. Wie sind sie zu erklären? Wir haben zu unterscheiden zwischen der Ausbildung des Kessels, d. h. der Wandung und des Bodens einer- und des Sediments andererseits.

Die Kessel liegen in Kalksandstein, teils Pfannensandstein — ²Garu, ¹Gautscha — teils Sinterkalk und Chalcedonsandstein — ²Dobe. Die Ausfüllung ist Kalktuff, der in den beiden letzten Pfannen dem Salzmergel auffallend ähnelt, in ²Garu aber anscheinend eine harte Oberflächenbank besitzt und von stark humosem Sand überlagert wird.

Bei ihrer riesigen Größe dürfte eine lediglich tierische Erosion ausgeschlossen und die Entstehung aus einem Salzsee, wie sie für die Brackpfannen der Sandfelder angenommen wurde, wahrscheinlicher sein. Die Kessel könnten am Abschluß einer jeden Trockenperiode Salzseen gewesen, resp. direkt mit ausgeschiedenen, eingetrockneten Salzlagern erfüllt worden sein, sowohl am Ende der Pfannensandstein-, als der Kalaharikalkzeit. Daß dann in einer Periode reichlicher Niederschläge und kräftiger Wasserzirkulation das Salz zum großen Teil entfernt und ein Hohlraum gebildet werden konnte, wird man zugeben müssen. In solchem Hohlraum konnte sich dann wieder Kalkschlamm abscheiden, und daß derselbe dann salzreich wurde, wäre auch einleuchtend.

Ein solcher Vorgang würde die Entstehung der Kessel zu erklären imstande sein. Der Kessel war vielleicht ursprünglich eine Salzlinse in einer Ablagerung von Kalk und Sand, d. h. im Pfannensandstein über einem Gesteinskessel. In der Periode des Kalaharikalks wurde das Salz zum großen Teil ausgelaugt und in einem Brackwassersee Kalkschlamm — d. h. Seekreide — abgesetzt. Eine neue Salzschicht mag sich wieder am Ende dieser Periode abgeschieden und den Kalk vor dem Erhärten geschützt haben, wenigstens in ²Dobe und ¹Gautscha, während eine solche in ²Garu anscheinend vorhanden ist. Eine solche Entstehungsweise würde den hohen Salzgehalt der beiden ersteren Kessel erklären. Der Kalktuff am Brunnen von ²Dobe und der Salzkalkschlamm des Pfannenbodens wären demnach Ablagerungen in dem gleichen Kessel.

Das jüngste Pfannensediment. Während wir in ²Garu eine junge Ablagerung aus humosem Sand finden, fehlt in ²Dobe und ¹Gautscha eine solche. Wie ist das zu erklären?

Der humose Sand ist eine Bildung in Wasser, und zwar in Süßwasser — das zeigen die Diatomeen, der Humus, die Schwammnadeln und die Mengen von Schalen der Süßwasserschnecke Physa parietalis. Wir werden nicht fehlgehen, diese Ablagerung für eine Bildung der letzten Periode zu halten, also seit der Pluvialzeit.

Warum fehlt den anderen Kesseln solche Ablagerung? Daß sie nie vorhanden war, ist unwahrscheinlich, sie dürfte aber einen Charakter gehabt haben, der ihre gänzliche Entfernung gestattete. Ich möchte glauben, daß sie als abgeschlossene Teiche hauptsächlich mit Gyttja — Pflanzenschlamm, Tierkot, Kalk etc. — erfüllt waren, ohne überwiegende Beimengung von Sand. In ²Garu dagegen mündet einerseits eine Laagte an der N.W.-Seite ein, die Sand

eingeschwemmt haben muß, und außerdem mag infolge lokaler, noch nicht zu übersehender Verhältnisse viel Sand gerade dort hineingeweht worden sein. Während also, wie heutzutage noch in der Matanyaebene und früher wohl in Brackpfannen der Sandfelder, der leichte humose Alluvialschlamm in [2]Dobe und [1]Gautscha, selbst bei einer Mächtigkeit von einigen Metern, schnell durch zoogene Winderosion entfernt werden konnte, blieb der humose Sand in [2]Garu erhalten. In [2]Dobe mag der Sandring f der letzte Rest des ehemaligen Schlammsediments sein.

Warum sind die Kessel sandfrei?

Sei es, daß der Sand dem Wind oder dem Wasser seine Ausbreitung und Ablagerung verdankt, warum wurden die Kessel nicht ausgefüllt? Er umgibt sie doch wallartig auf der Höhe des Beckens, warum fehlt er auf dem Boden?

Vielleicht ist dieses Fehlen des Sandes folgendermaßen zu erklären. Als die Kessel mit Wasser erfüllt waren, fehlte in ihrer Umgebung im flachen Wasser sicher nicht der dichte Schilfgürtel, der überall die Teiche umrahmt. Ein solcher Schilfgürtel war sehr wohl imstande, den Sand der Hauptsache nach fernzuhalten. Daher bestand das Sediment nur aus Pflanzen und Tierkot, nebst Staub, Sand und chemisch abgeschiedenen Substanzen — also einer dem Alluvialschlamm der heutigen Sumpfgebiete gleichen Ablagerung, die nachträglich durch Winderosion entfernt werden konnte, während wegen der dichten Vegetationsdecke der entstehende Hohlraum nicht durch Sand verschüttet werden konnte.

Das Problem ist sehr interessant, aber auch sehr schwierig, und wahrscheinlich wird man auf Grund genauerer Aufnahmen doch die geäußerten Ansichten noch wesentlich modifizieren müssen.

Kapitel XXV.

Das ²Kungfeld.*)

(Beobachtungen.)

Mit dem Erreichen des Okavangobeckens führte unser Weg zunächst nach Andara. In dem ganzen Gebiet macht sich allenthalben der Gegensatz geltend zwischen dem Sandfeld des Westens und dem Sumpfgebiet am Okavango. Letzteres ist für uns eine ganz neue Welt, allein auch das Sandfeld weicht in vieler Hinsicht von dem der bisherigen Sandfelder so wesentlich ab, daß man es unter einem besonderen Namen, dem ²Kungfeld, zusammenfassen darf. Der Name rührt von dem Buschmannstamm der ²Kung her, der dieses Gebiet bewohnt.

Wir wollen nun der Reihe nach die einzelnen Routen in diesem Gebiet verfolgen.

1) Von Makaus Dorf nach Kapinga.

Bis zum 31. Mai blieben wir in Makaus Dorf. Einige hundert Meter östlich unseres Lagers beginnt eine weite grüne Schilfmasse in einem Sumpf. Das umgebende Land besteht aus weißem bis grauem Flußsand, der sich bis zu dem 8 m hohen Rand des roten Kalaharisandes hinzieht. In diesen Sand sind nun flußbettartige Niederungen, sowie rundliche Pfannen mit und ohne Wasser eingesenkt. Flußarme — Creeks — greifen von dem Schilfsumpf her in die Region des Sandes über, in gleichen Niederungen gelegen. Diese Niederungen sind mit grauem, humos-sandigem Boden bedeckt. Die Vegetation besteht aus Grasflächen mit Inseln üppigen Waldes. Außer den bekannten Bäumen des Vleybusches, wie Mossu, Mega, Meloto, Mecheto, Mechale, Motswere, verleihen die für Flußlandschaft typischen Bäume der Vegetation einen besonderen Charakter.

Vor allem fällt der riesige Mokúschong auf mit hohem, geradem, grauem Stamm und breiter, dunkler Krone aus ovalen Fiederblättern, neben ihm eine Ficusart mit breiten Blättern, ferner der Motschába mit tiefgrünem, dichtem Laub und weißem Stamm, Motsibi mit großen, dunkelgrünen, herzförmigen, gesägten Blättern, Mobóroro, ein dem Mebata der Kalahari ähnlicher großer Baum mit graugrünen, handgroßen, ohrenförmigen Blättern, sowie Moporóta, eine Kigelia mit lang herabhängenden, wurstförmigen Früchten. Zum ersten Mal seit dem Verlassen des Bamangwatelandes trat hier der Mekéba auf, der Knoppidorn der Buren, mit Dornen am Stamm (Abbild. 24).

*) Hierzu Blatt 1, 2, 5 und 18.

Alle diese Bäume setzen die dichten Waldinseln in der Umgebung von Makaus Dorf zusammen. Die Ansiedlungen liegen auf den flachen Sandrücken, die Felder aber in den Niederungen.

Am 31. Mai verließen wir am Nachmittag (2 h 40 m) unsern Lagerplatz. Nach 10 Minuten bereits erreichten wir den Rand des ausgedehnten Schilfmeers. Papyrus und Phragmites bildeten die Hauptmasse der Gräser. Die flachen Ufer bestehen aus dem gleichen weißen Flußsand wie das Land. Meist ist dieses eben und mit Gebüsch bedeckt. Sandpfannen, nahe dem Sumpf mit Wasser gefüllt, und flußbettartige Niederungen wurden häufig gekreuzt.

Um 4 Uhr überschritten wir eine 2—3 m hohe, dicht bewaldete Platte aus grauem, humosem Sand, die dicht an den Sumpf herantritt. Hier hatte ich zum ersten Mal von dem 3 m hohen Ufer aus einen Überblick über das Sumpfland, ein weites, grünes Schilfmeer, in dem einzelne freie, blaue Wasserflächen bemerkbar waren. Das ganze Bild wurde aber von dem 60 m breiten Flußarm beherrscht, der aus N.N.O. kommend an dem Abhang der Platte scharf nach O. umbog. Der steile, unterwaschene Abhang besteht zu 3¼ m aus grauem Sand. Unter diesem aber liegt, bereits unter dem Wasserspiegel, eine unterwühlte, scheinbar felsige, gebankte Masse. Diese ist kein Gestein, sondern ein grauer zäher Salzmergel, ganz ähnlich dem im Schadumtal. Die Ufer des Flußlaufes bestehen auf beiden Seiten aus einer Papyrusmauer. Nur an dem Ufer, auf dem ich stand und das den Schilfsumpf überhaupt begrenzte, bildeten Salzmergel und Sand die Begrenzung.

Die Tiefe des Flusses war anscheinend bedeutend, wohl mindestens 3 bis 4 m, die Strömung sehr stark, nach Schätzung 6—7 km per Stunde.

Auf das hohe Ufer folgte weiter nördlich eine Senkung, dann wieder hohe bewaldete Sandplatten. Buchtenförmig griff der Sumpf in das Land und bewaldete Landzungen in den Sumpf hinein. Noch einmal trat ein Flußarm mit schneller Strömung an das Ufer heran, kurz vor unserm Nachtlager.

Am 1. Juni zogen wir anfangs in der Nähe des Schilfsumpfes hin. An einer Mambukuschu-Ansiedlung war wiederum ein Flußarm mit rascher Strömung nahe dem Ufer sichtbar. An dieser Stelle verließ der Weg den Sumpf und führte über weißen Flußsand mit lichtem Busch und verlassenen trockenen Betten mit grauem Sandboden. In diesen liegen zahlreiche Sandpfannen, die aber alle trocken waren. Gegen 9 Uhr zeigte sich der Schilfsumpf wieder rechts in ca. 300 m Entfernung.

Hier hielten wir über Mittag unter hohen Kameldornbäumen. Um 2 h 40 m brachen wir wieder auf. Mehrere kleine Sümpfe, die mit dem Tauche in Verbindung standen und von ihm bei Hochflut gespeist wurden, blieben rechts liegen; der Schilfsumpf selbst aber trat wieder nach Osten zurück.

Um halb fünf erreichten wir ein 150 m breites Flußbett. Es war von dichtem Uferwald eingefaßt und mit Wasser gefüllt, das beim Durchwaten bis an die Hüften reichte. Dieses Flußbett mündet zwar in den Tauchesumpf, enthält aber von ihm das Wasser. Denn letzteres ging nur etwa 1 km weit nach Westen hinauf, wie ich auf dem Rückweg feststellte, wo ich wegen meiner kleinen Karre, für die das Wasser zu tief war, dieses durch eine Schwenkung nach Westen umgehen mußte.

Nördlich dieses Arms übernachteten wir. Am folgenden Morgen erreichten wir nach einer Stunde den ²Namassêre*), den Unterlauf des ²Kaudum. Seine Mündung liegt an der Stelle, wo ein 3—4 m hohes, mit Busch bedecktes Plateau aus rötlichem Sand sich dem Schilfsumpf des Tauche nähert und der Streif weißen Flußsandes mit toten Armen endet. Dieses Plateau ist das

*) ²Namassêre ist der Name der Gemarkung, daher wird auch der Fluß so genannt.

des Kalaharisandes, das wir westlich von Makaus Dorf verlassen hatten.

Der [2]Namassero war mit Wasser und Schilfsumpf erfüllt, ohne eine Spur von Strömung. Aber schon nach einer Stunde endete das Wasser mit einigen Sümpfen und Teichen. Dort hielten wir über Mittag.

Anfangs war der Boden des Flußbettes auf dem Nachmittagstrek noch schwarzer Sumpf und grauer humoser Sand, dann begann aber roter Kalaharisand alles zu überfluten. Nach einer halben Stunde verließen wir das Flußbett



Abbildung 24. Mokoba — Acacia Passargei — aus dem Bamangwaloland.

und befanden uns nach wenigen Minuten wieder in der Kalahari, und zwar in einer Region tiefen Sandes mit Mochonono, [1]Kaibäumen, Mohata, also typischen Kalaharibäumen, zusammen mit Mohápa, einem Baum mit Fiederblättern. Nach einer halben Stunde begann dann eine Zone mit grauem Vleysand, dichtem Vleybusch und zahlreichen Sandpfannen. In dieser Vleybuschzone hielten wir um drei Uhr und ließen die Tiere grasen.

Von halb sieben bis neun Uhr machten wir einen Nachttrek. Bald nach sieben begann tiefer roter Sand mit Kalaharibusch, der bis an das Ende anhielt.

Am 3. Juni waren wir um halb sieben unterwegs. Der tiefe rote Sand mit ödem Mochononobusch machte bald grauem Sand mit hohem Vleybusch Platz. Einmal fanden sich in solchem Sand Kalkknollen. Um 9 Uhr erreichten wir ein Dorf, eine Ansiedlung von Bakalaharis. Die Gemarkung heißt [2]Kaubakáro,

der Häuptling des Dorfs Mokwona, der früher am Tschakuyúwa wohnte, wo ihn *v. François* getroffen hat. Wir blieben hier über Mittag.

Der Taucho liegt 10 Minuten östlich der Ansiedlung, von dieser durch hohen Uferwald getrennt. Das Ufer ist 3 m hoch, besteht aus grauem, humosem Sand, und man hat von ihm einen prachtvollen Überblick über das Sumpfgebiet.

An dem steilen Abhang, auf dem man steht, beginnt eine weite Fläche von Papyrus und Phragmites. Wassertümpel leuchten hier und dort auf. Arme mit schnell fließendem, klarem Wasser, von Schilfmauern eingefaßt, schlängeln sich, vielfach verzweigt, durch das Sumpfland. Inseln mit hohem, dunklem Wald unterbrechen das lichtgrüne Schilfmeer. Am Horizont aber zieht sich ein schwarzer Waldstreif hin, wohl 10 km entfernt, anscheinend das gegenüberliegende Ufer des Sumpflandes.

Einige hundert Schritt oberhalb dieser Stelle tritt ein Flußarm dicht an das Ufer heran, und hier konnte man zum Fluß herabsteigen.

Der 80 m breite stark strömende Flußlauf kam aus nordöstlicher Richtung und ging, an dem Ufer abprallend, nach Osten weiter. Das gegenüberliegende Ufer der Rinne war ein Wall von Papyrus, das Ufer, auf dem ich stand, d. h. also das Westufer des Sumpflandes überhaupt, hatte aber folgenden Bau (Blatt 18, Fig. 13).

Unter 1.50 m grauem, humosem Sand, wie er die Platte der Vleybuschzone an der Oberfläche bildet, liegt eine Masse von hellgrauem Salzmergel (a), der makroskopisch durchaus dem Salzmergel des Schadumtals und dem am Ngami gleicht, den wir noch kennen lernen werden. Er ist ein feiner, etwas sandhaltiger, von bleistiftstarken Sandröhren durchsetzter Kalkschlamm. An der über dem Niveau des Wassers befindlichen Wand war weißes, staubiges Bittersalz ausgeblüht, jedoch fehlten die Salzmandeln des Schadummergels. An der vom strömenden Wasser bespülten Wand war der Sand aus den Röhren ausgewaschen, und sie sah daher löcherig und zerfressen aus, wie der Röhrentuff der Kalkpfannen. In nassem Zustand ist der Mergel „tonig", kleisterartig, zähe, in trockenem Zustand aber leicht und porös, wie die Seekreide unserer Seen.

Der Salzmergel bildet hier an einer Stelle eine flache Vorstufe, auf der stehend man seine Lagerung und Beschaffenheit bequem untersuchen konnte. Hier, wie überall, konnte man feststellen, daß das Wasser des Sumpfgebiets ganz außerordentlich klar und mechanisches Sediment nicht wahrnehmbar war.

Am Nachmittag machten wir einen kurzen Trek nach der Mambukuschu-Niederlassung K a p i n g a. Das Land besteht anfangs aus grauem Vleysand mit dichtem Busch, später aus rotem Kalaharisand mit Mochonono- und ǀKaiwald. Etwas östlich der Niederlassung Kapinga, nahe dem Schilfsumpf, hielten wir bis zum Nachmittag des folgenden Tages.

Bei Kapinga ist das dicht bewaldete Ufer 5 m hoch und besteht ganz aus grauem, humosem Sand. Der Papyrussumpf, der unmittelbar an dem Steilrand des Ufers beginnt, dehnt sich weit nach Osten aus und ist von waldigen Inseln so reichlich durchsetzt, daß ich mir nicht darüber klar werden konnte, ob der letzte Waldstreif im Osten das Ufer des Sumpflandes sei oder aus Inseln bestände. Der Überblick hier war überdies sehr schlecht, da ich in dem dichten Uferwald keine Lichtung finden konnte.

2) Von Kapinga nach Andara.

4. J u n i. Am Nachmittag brachen wir um 3 Uhr auf und erreichten schon nach 15 Minuten ein trockenes Flußbett, dem wir folgten. Anfangs war es 20 m breit und 5—6 m tief, verbreiterte und verflachte sich aber nach einer Stunde derartig, daß es nur noch eine breite flache Niederung bildete und als wirkliches Flußbett nicht mehr ohne weiteres erkennbar war. Mit dieser Verflachung und Verbreiterung des Flußbetts ging die Umwandlung des Sandes Hand in Hand. Der

graue humose Sand verwandelte sich in gelblichbraunen losen Sand mit [1]Kaiwald. Wir hielten um 5 Uhr, machten dann aber noch 2 Nachttreks, immer durch [1]Kaiwald und tiefen Sand marschierend. Nur zweimal passierten wir Depressionen mit hohem Buschwald und Grasflächen. Von dem Flußbett war schon am ersten Halteplatz wenig, auf dem Nachtmarsch aber überhaupt nichts zu bemerken.

Um halb sieben brachen wir am 5. Juni auf. Nach einer halben Stunde passierten wir eine N.W.—S.O. streichende Talfurche und standen 20 Minuten darauf an einem großen Flußbett. Dasselbe ist 300 m breit, baumlos und hat ca. 10 m hohe bewaldete Ufer aus rotem Kalaharisand. Sein Boden ist dagegen grauer humoser Sand. Wir folgten ihm in westlicher Richtung. Links blieb eine Schilf erfüllte trockene Mulde liegen, dann wurde das Bett wieder enger.

Um 9 Uhr hielt ich. Ich war vorausgeritten und wartete auf den Wagen. Da er aber nicht kam, ritt ich ein Stück zurück und fand, daß er an der Schilfmulde ausgespannt hatte. Hinten hatte mehrere Buschmänner getroffen, die ihm einen Brunnen, d. h. eine kleine Sandgrube am Boden jener Mulde gezeigt hatten. Sie war gereinigt worden und zeigte folgendes Profil.

Oben lag 1 m grauer trockener Flußsand, dann folgte $\frac{1}{2}$ m nasser grauer Sand. Unter diesem befand sich weißer, stark wasserhaltiger Flußsand, aus dem das Wasser so schnell einströmte, daß es die Brunnenwand beständig einriß. Unter dem Sand muß eine wasserundurchlässige Schicht liegen, deren Natur nicht bekannt ist. Ich vermute, daß es Salzmergel ist. Die Buschmänner benutzen die Sandgrube als Saugbrunnen.

Die Mulde heißt [2]Gatscha, das Flußbett aber Gani. Die Buschmänner versicherten auf das Bestimmteste und wiederholt, daß die Gani-Laagte identisch sei mit dem Flußbett bei Kapinga, dem wir gestern aufwärts gefolgt waren und das schließlich ganz undeutlich geworden war.

Sie versicherten auch, das nächste Wasser wäre sehr weit, und da der tiefe Sand die Tiere sehr angestrengt hatte, so blieben wir bis zum folgenden Morgen hier. Abends aber bereits erklärten sie, eine Pfanne mit offenem Wasser sei nahe, und in der Tat erreichten wir am nächsten Morgen sehr bald eine Vley, namens [2]Dúgamtscha.

Das Flußbett ist hier gegen 200 m breit, streckenweise sumpfig und mit Schilf erfüllt. Unterhalb dieser Sümpfe ist der humose Sandboden mit Salzausblühungen bedeckt. Die Verhältnisse erinnern so auffallend an das Schadumtal im Bereich des Salzmergels mit seinen Salzsümpfen und Salzvleys, daß ich glaube, Salzmergel bildet auch hier die wasserundurchlässige Schicht.

Die Vley nun liegt in einem Nebenarm des Hauptbettes, von diesem durch einen Waldstreifen getrennt. Sie hat eine ca. 50 m breite, runde, mit Schilf eingefaßte Wasserfläche in einer rundlichen Sandpfanne. Das Wasser ist, ebenso wie in den Sümpfen, sicher Quellwasser. Die Buschmänner versicherten, daß die Vley stets Wasser habe, und zweifellos war an ihr kein Anzeichen zu bemerken, daß das Wasser in der letzten Zeit abgenommen habe.

Am Nachmittag zogen wir ohne die Buschmänner, die fortgelaufen waren, weiter und bogen sehr bald nach Norden in ein Nebental ein. Anfangs war es deutlich, zuweilen sumpfig und mit Schilfmassen erfüllt, dann aber verschwand es stellenweise ganz. Massen tiefen rötlichen Sandes, mit dichtem Buschwald bestanden, verstopfen nämlich das Bett streckenweise derartig, daß es ganz verschwindet. Aber immer wieder kommt es zum Vorschein als breites deutliches Tal. Auch später traten noch trockene Mulden mit Schilf auf. Der Boden des Flußbetts ist zum großen Teil tiefgelber bis brauner Sand, unter dem aber weißer Flußsand liegt. Denn die Ameisen haben den letzteren aus der Tiefe heraufgebracht und in weißen Ringen oben aufgehäuft. Solchem gelben Sand waren wir auch in der Ganilaagte streckenweise begegnet.

Um 5 Uhr hielten wir. Das Flußbett war hier eine schmale, unregelmäßige Senkung, nur eine Andeutung eines ehemaligen Flußbettes. Ein einstündiger Nachttrek brachte uns zum Wasserplatz Jil ²noa, wo das Flußbett wieder breit und deutlich geworden war.

Der Treiber Andres, den ich von Makaus Dorf nach Andara zu Mr. Powrie geschickt hatte, traf uns hier und, da nach seiner Mitteilung zwischen Jil ²noa und Andara kein Wasser zu finden war, blieben wir bis zum folgenden Mittag hier. Das 150 m breite Bett hat west-östliche Richtung und gegen 6—8 m hohe bewaldete Ufer aus rotem Sand. In dem grasigen Bett liegt ein Schilfsumpf mit umzäunter Grube für Trinkwasser. Der Boden ist schwarze vegetabilische Meererde mit rotgelbem Eisenoxydhydrat gemischt, das Lagen und Streifen in und auf dem Sumpfboden bildet. Nach den Rändern hin geht dieser allmählich in gelben bis braunen Sand über, denselben Sand, wie er streckenweise die Flußbetten hier erfüllt.

Die Vegetation hatte sich seit dem Erreichen der Ganilaagte verändert, indem mehrere sehr charakteristische neue Bäume auftraten. Der auffallendste ist weld der Motsaóli, ein mächtiger Baum mit tiefdunkelgrüner Krone. Die Blätter sind länglich, glänzend und mit Spitze versehen. Die Rinde ist dunkel schwarzbraun, borkig und rissig, springt aber mit quadratischen Schildern ab, so daß ein heller rötlichbrauner Stamm zum Vorschein kommt. Die Früchte sind hellrote Bohnen, die, zu Mehl gemahlen, gegessen werden. Mepúru ist ein dem ¹Kaibaum ähnlicher Baum mit grauem Stamm, aber die Blätter sind weich, länglicher als bei jenem und haben eine Spitze. Diese neuen Bäume finden sich vorwiegend in der Nähe der Flußbetten, aber auch abseits von ihnen.

Am 7. Juni verließen wir Jil ²noa gegen drei Uhr nachmittags. Der Boden war durchweg rötlicher und gelblicher Sand mit ¹Kaiwald. Allein Motsaolibäume waren nicht selten, und hier fanden sich auch Strychnosbäume, die ersten seit dem Verlassen des Bamangwatolandes. Um halb sechs lagerten wir in einer Laagte, die 120 m breit war. Ein Nachttrek brachte uns nach einer zweiten, sehr großen Laagte, Mohanko, in der wir übernachteten.

8. Juni. Diese Laagte ist ein weld 200 m breites Bett mit grauem Sandboden und ziemlich dicht mit Busch bedeckt. Das Land zu beiden Seiten ist grauer Vleysand mit Vleybusch, der, mit rötlichem Sand abwechselnd, während des folgenden Treks anhielt. Eine Laagte und eine grasige Niederung waren allein bemerkenswert auf diesem kaum $1\frac{1}{2}$ stündigem Trek. Wir hielten an einer trockenen Sandpfanne über Mittag. Schon um $\frac{3}{4}1$ Uhr waren wir wieder unterwegs. Während einer und einer halben Stunde folgte derselbe Buschwald mit grauem und rötlichem Sandboden. Dann endete aber plötzlich dieser mit einem 8 m hohen, lang sich hinziehenden Rand. Am Fuß desselben tritt ein grauer bis rötlicher quarzitischer Grauwackensandstein in Klippen und Blöcken auf.

Nun folgte ein harter, rötlicher, lehmiger Sand — Decksand mit Brocken von Quarz und Grauwacke. Klippen und Felshügel des gleichen Gesteins ragten auf, Felder zeigten die Nähe von Menschen an, und bald nach 4 Uhr stand ich an dem herrlichen, um Klippen und Felsdämme schäumenden Okavango. Das landschaftliche Bild ist für den Reisenden, der monatelang in der einförmigen Kalahari geweilt hat, überwältigend. Diese Fülle fließenden Wassers, diese üppige Vegetation, die umbrandeten Inseln mit freundlichen Dörfern vereinigen sich zu einem so anmutigenden Bild, daß selbst ein verwöhntes Auge wohl durch den Reiz dieser Landschaft gefesselt würde. Schon nach 10 Minuten erreichte ich, stromaufwärts reitend, das Lager Mr. Powries gegenüber dem Dorf des Häuptlings Libebe, das auf einer Insel liegt, derselben, auf der einst sein Oheim Andara residiert hatte.

3) Das Okavangotal zwischen Andara und Kapinga.

Bis zum 12. Juni blieb ich in Andara. Umpacken der Wagen, Neuordnung der Sachen, von denen ich seit drei Monaten getrennt war, Erledigung der üblichen Häuptlingsbesuche nahmen drei Tage in Anspruch.

Der Ausflug nach den Popafällen (Blatt 5, Nr. 12).

Am 12. Juni brach ich mit einem Packochsen und 2 Boys nach den Fällen des Okavango auf. Die Region der Fälle war bis vor kurzem für Vieh wegen der Tsetse unpassierbar gewesen. Seitdem aber die Rinderpest den Büffel, der dort beständig Standplätze hatte, vernichtet hat, ist auch die Tsetse verschwunden. Es ist dieses ganz gewiß ein deutlicher Hinweis auf das oft behauptete Zusammenleben von Büffel und Tsetse.

Der Okavango ist bei Andara mit zahlreichen Felsinseln erfüllt, zwischen denen sich der Fluß, der schon im Steigen begriffen war, schäumend Bahn bricht. Er hat eine Breite von ca. 300 m. Auf seinem Ostufer tritt eine 10—20 m hohe Wand von rotem Kalaharisand dicht an den Fluß heran, auf dem Westufer dagegen ist das Ufer flach, besteht aus älteren Alluvien und Verwitterungsprodukten des liegenden und in Klippen anfragenden Grundgesteins. Es sind graue und rötliche Sande und Lehme, die häufig wie Decksand mit Gesteinsdetritus gemengt und mit dichtem bis lichtem Buschwald bestanden sind. Niedrige Klippen und bis 15 m hohe Felsburgen ragen vereinzelt auf. Die Breite dieser Zone bis zu dem 8 m hohen Rand des Kalaharisandes beträgt $2^1/_2$—4 km (Blatt 18, Fig. 14).

Das Gestein ist quarzitische Grauwacke bis Granwackensandstein von grauer bis rötlicher Farbe, mit Muskovitschüppchen und viel Eisenglanz, ganz gleich den Grauwacken der Chauseschichten. Die Schichten und die Klüftung streichen nach 20°, der Einfall ist wechselnd, aber meist mit ∢ 40—50° nach O. gerichtet. Aus demselben Gestein bestehen die Inseln und Klippen im Fluß.

Am 12. Juni verließ ich um 7 h 47 m unser Lager. Der Weg ging auf dem rechten Ufer am Fluß entlang über die alluviale Stufe mit aufragenden Klippen und Felswällen. Um halb neun passierten wir zwei Mauern aus Grauwackensandstein, die nach 10° streichen. Der Einfall der Schichten ist 40 bis 50° W. Junger sandiger Kalktuff tritt bald darauf in der Ebene auf.

Der Weg führt nun durch hohen Wald, der den Fluß zur Linken oft verdeckt. Felsbarrieren durchqueren den Weg und setzen sich als Klippenreihen in das Flußbett hinein fort. Neben den Grauwacken treten auch epidotreiche Diabase — Totingdiabase — in Gangform auf. Durch diese Felsdämme bricht sich der 200—250 m breite Strom in rasendem Lauf Bahn. Um halb zehn hielten wir an einer Stromschnelle, die durch eine lange gerade Klippenreihe — den Rest einer einst geschlossenen Grauwackenbank — gebildet wird. Hier überholten mich die Prospektoren Powrie und Hinten, die mit dem Häuptling Libebe in Kanus auf Flußpferdjagd hinabfuhren. Die Mambukuschu verstehen es meisterhaft, die kleinen Boote durch die Klippen pfeilschnell hindurch zu steuern.

Um 11 h 11 m gings weiter. Nach 10 Minuten hörten die Felsbarrieren auf. Lokal traten alte Schotterlager aus Geröllen von Quarz, wie er in Gangform die Grauwacken häufig durchsetzt, über sandigem Kalktuff in niedriger Stufe auf, während die jüngeren Alluvialsande sich breiter ausdehnen. Auch der Fluß verbreitert sich. Inseln aus Sand mit Gras und Wald treten an die Stelle der Felsbarrieren. Sie sind z. T. bewohnt, und Felder liegen auf dem sandigen Alluvium des rechten Ufers. Die Gemarkung hier heißt Kaládja.

Nach einer Stunde (12 h 20 m) beginnt das Grundgestein von neuem aufzutreten. Wieder durchqueren Felsdämme mit 10—20° Streichen den Fluß, ein

10 m hohes felsiges Ufer aus Grauwacke wird passiert, alte sumpfige Flußarme zweigen sich vom Hauptstrom ab und zwingen uns zu Umwegen nach W. hin. Um 1 h 15 m endet das Grundgestein mit einigen Klippen, wieder verbreitert sich der Fluß unter Ausbildung von Sandinseln. Junge Kalktuffablagerungen finden sich an der Stelle, wo der Fluß plötzlich nach O. umbiegt. Hier lagerten wir $1^1/_2$ Stunden lang.

Nach drei Uhr brachen wir wieder auf. Der Kalktuff bildete bald hinter dem Lager eine Stufe, dann folgte ein Wall von glasig glänzendem Chalcedonsandstein vom Typus der Rengakaschichten. Durch sehr dichten niedrigen Dornbusch aus Mokoha wanden wir uns weiter. Immer näher kam das Brausen des Falls, das wir schon längst vernommen. Um 3 h 40 m hatten wir ihn zur Linken, konnten jedoch wegen mehrerer sumpfiger Arme auf dem rechten Ufer nicht an ihn herankommen. Am heutigen Tage passierten wir ohne Aufenthalt das Gebiet der Popafälle und übernachteten in der Nähe des Flusses gegenüber einem Dorf in der Gemarkung Bágan. Erst auf dem Rückweg habe ich die Umgebung der Fälle näher kennen gelernt, will aber hier sofort die Beschreibung geben.

Die Popafälle werden durch einen Wall quarzreicher Grauwacke gebildet, die mit nord—südlichem Streichen den Fluß quer durchsetzt. Oberhalb dieses Walles ist die Wasserfläche des Stromes glatt und mit einigen Sandinseln durchsetzt. An dem Grauwackenwall zieht sich der Strom, nach Norden ausweichend, entlang, so daß er hier ca. 600—800 m breit wird, dann stürzt er die etwa 6 m hohe Stufe vertikal zur Längsrichtung hinab. Zwei Felsinseln, Erhöhungen des Walles, trennen den Fall in drei Teile.

Unterhalb des Falls tritt ein etwa 15 m hohes Plateau an den Fluß heran (Fig. 15). Es steht in direktem Zusammenhang mit der Platte von Kalaharisand, die sich bei der Umbiegung des Flusses nach O. demselben stark genähert hat. Diese Platte hat folgenden Bau. Unten liegen, ca. 8 m hoch ansteigend, graue, mürbe, an Muskovitschüppchen reiche Grauwacken (a), die steil aufgerichtet sind und nord-südlich streichen.

Über diesem alten Grundgestein lagert eine 4—5 m mächtige Masse von Chalcedonsandstein, vom Typus der eingekieselten Sandsteine mit eckigen und rundlichen Stücken von weißem Quarz und unten auch von Grauwacke (b). Unzweifelhaft handelt es sich um Botletleschichten. Ihre Oberfläche ist bis in eine Tiefe von 1 m in Laterit verwandelt, d. h. zelligen Brauneisenstein, in dem eckige Quarzfragmente stecken (c). Dieser Laterit ist sicherlich das Verwitterungsprodukt des Chalcedonsandsteins. Denn nach unten geht die Brauneisensteinmasse in zersetzten Chalcedonsandstein über. In den obersten Partien des Laterits ist der Chalcedonsandstein dagegen völlig verwandelt worden, nur die Quarzstücke blieben unverändert.

Über dem Laterit lagert, als neue, fremde Ablagerung einsetzend, der Kalaharisand (a), der über dem Laterit lehmig, mehr Roterde als Sand ist. Indes ist es sehr fraglich, ob diese Roterde eine ursprüngliche Ablagerung ist, oder ein sekundäres Produkt der Durchmischung von Kalaharisand und den erdigen Bestandteilen des Laterits unter dem Einfluß der Ameisen, die hier sehr zahlreich sind. Im letzteren Fall wäre dieser Roterde-Sand also eine dem Decksand analoge Bildung. Jedenfalls wird der Sand mit der Entfernung vom Uferrand bald reiner Kalaharisand, indem er zugleich an Mächtigkeit zunimmt.

Gleichzeitig ändert sich auch die Vegetation. Während diese auf dem Felsboden und der Roterde aus hohem Wald und Gestrüpp von Mokohabüschen besteht, beginnt mit dem tiefen Kalaharisand der bekannte ¹Kaiwald.

Das Plateau senkt sich nach O. zu einer Bucht hinab mit grauen, älteren und jüngeren, alluvialen Sanden. Der Fluß hat sich inzwischen verbreitert und ist mit Sandinseln erfüllt (Abbild. 26). Vor dem Dorf in der Gemarkung Bagan,

das auf einer Insel liegt, schiebt sich noch einmal eine Zunge von Kalaharisand vor, die mit ¹Kaiwald bestanden ist und auf der wir übernachteten.

13. Juni. Eine völlige Veränderung der Szenerie tritt ein. Der bewaldete Kalaharisand entweicht nach W. Der Fluß ist mit langen grasigen Sandinseln erfüllt, und zwischen ihm und dem roten Sand beginnt eine Fläche sich auszubreiten aus jungem Alluvialboden mit toten Flußarmen, Schilfsümpfen und Anhäufungen weißer Flußsande. Die Unterlage dieser Sande bildet aber ein gelblich-grauer Salzmergel, der dem früher beschriebenen völlig gleicht. Der Felsboden tritt lokal in Klippen zutage, und zwar ist es Chalcedonsandstein vom Typus der Rengakaschichten und der eingekieselten Chalcedonsandsteine mit Röhren und Löchern, gleich denen am Botletle und Ngami. Im Flußbett sind sie an einer Stelle in der Gemarkung Diwaï sichtbar (Fig. 16), überlagert vom



Abbildung 25. Der Okavango unterhalb Andara.

Salzmergel, der steile unterwaschene Wände bildet und 4—5 m mächtig, löcherig und zerfressen ist. Letztere Struktur rührt von Sandröhren her, die den Mergel ursprünglich durchsetzen, deren lockerer Inhalt aber ausgewaschen worden ist. Der Salzmergel bildet auch die Unterlage der trockengelegten Flußbetten. Meist sind diese freilich von grauem Sand bedeckt, allein das weiße Bittersalz des Mergels blüht von unten her aus und überzieht die Oberflächen der Flußbetten und lokalen pfannenförmigen Senkungen.

Bemerkenswert ist die Anhäufung von Sandmassen zu beiden Seiten des in den Salzmergel eingeschnittenen Flußbetts. Diese sind durch das zur Flutzeit überfließende Wasser abgelagert worden und fehlen den seitlich gelegenen Sümpfen. In der Gemarkung Diwaï beträgt die Breite des Sandstreifs auf dem Südufer einige hundert Meter und hat einige Meter Höhe.

Wir hielten an dem Fluß nach 9 Uhr. Eine Schar Flußpferde, z. T. mit

Jungen auf dem Rücken, tummelte sich hier umher und verschwand stromaufwärts unter entrüstetem Schnauben.

Um halb zwölf Uhr ging's weiter. Wir mußten die Mündung der Laagte Mohanka umgehen, die mit einem Schilfsumpf erfüllt war. Der Boden war Salzmergel, jedoch schiebt sich rötlicher Sand — ältere Flußsande oder Kalaharisand — auf beiden Seiten der Laagte gegen das Tal vor. Der westliche Abhang des Kalaharisandes ist hier überall flach und undeutlich, während er auf dem Ostufer seit Andara als deutliche 10—20 m hohe Wand das Flußtal abschließt.

Um ein Uhr hielt ich gegenüber einer bewohnten Insel in der Gemarkung Layúka. Kurz vorher war Chalcedonröhrensandstein in Klippen aufgetreten. Ich ließ die Leute hier zurück und ritt allein ca. 5 km weiter in südlicher Richtung durch dichten Busch, über rötlichen und grauen Sandboden, der als alter Alluvialsand oder schon als Kalaharisand aufgefaßt werden kann. In der Nähe einer Gruppe gewaltiger Baobabs drehte ich um und folgte nun der Grenze zwischen Sandfeld und Sumpfland bis zum Halteplatz. Unterhalb Layuka beginnt



Abbildung 26. Der Okavango unterhalb der Popafälle.

nämlich erst das gewaltige Schilfmeer, das wir weiter südlich finden. Das Ostufer tritt zurück, und die ganze breite Fläche zwischen ihm und dem Westufer wird von dem Schilf- und Papyrussumpf mit dem Gewirr von Flußarmen und Wasserflächen eingenommen. Das Sumpfland tritt hier dicht an das Sandufer heran, ähnlich wie weiter unterhalb südlich des ²Kandum.

Von Layuka brach ich noch am selbigen Nachmittag auf, übernachtete jenseits der Mohanka-Laagte, in der folgenden Nacht jenseits der Popafälle und traf am frühen Nachmittag des 15. Juni wieder in Andara ein.

Von Kapinga zu den Baobabs.

Auf dem Rückweg nach dem Ngami ritt ich am 25. Juni von Kapinga aus bis zu der Stelle, wo ich am 13. umgekehrt war. Von der Gani-Laagte ab ging es anfangs an dem Sumpfland entlang. Der Morgen war prachtvoll und der Blick von dem hohen Uferrand über die lichtgrünen Papyrussümpfe und die silberhell glänzenden Wasserflächen zu dem schwarzgrünen Uferwald des jenseitigen Ufers herrlich. Bald aber raubte der Buschwald, in den man eindrang, die Aussicht auf das Sumpfland. Nur zuweilen öffnete sich ein Durchblick auf dasselbe.

Nach zweieinhalbstündigem, schnellem Ritt wurde ein Mambukuschudorf mit ausgedehnten Feldern passiert und nach einer weiteren halben Stunde stand ich wieder an dem Schilfsumpf. Seine Breite schätzte ich hier auf 4—5 km.

Um 10 h 45 m passierte ich die sumpfige Mündung einer Laagte, um 11 h 8 m erreichte ich die ersten Baobabs und um halb zwölf die Stelle, wo ich umgekehrt war.

Das Mambukuschudorf liegt noch auf einer ca. 10 m hoben Platte grauen und rötlichen Sandes, dann aber tritt diese mit sanftem Abhang nach Westen zurück und ein niedriges Vorland aus weißen und grauen sandigen Alluvien lehnt sich mit flacher Böschung an das Sumpfland an. Alte, trockene Flußarme, rundliche Pfannen, sandige lange Rücken zeigen, daß wir uns hier auf ehemaligem Sumpfboden befinden.

Auf dem Rückweg folgte ich dem Uferrand über die Stelle nach Süden hinaus, an der ich ihn auf dem Hinweg erreicht hatte. Die Sandplatte endet mit steilem Abfall gegen das Sumpfland, wie ja auch weiter südlich bei Kapinga. Hoher Wald bedeckt das Ufer und erschwerte mein Fortkommen. Felder waren in ihm angelegt, und man war gerade mit umfangreichen Rodungen beschäftigt.

Die Sandplatte besteht nicht ausschließlich aus Sand; denn an einer Stelle östlich des Mambukuschudorfes und nahe dem Ufer enthielt der Auswurf eines tiefen Erdferkelloches Brocken von grauem, löcherigem Chalcedonsandstein, wie er in der Gegend der Fälle vorkommt. Vermutlich handelt es sich hier um lokale Klippen von Chalcedonsandstein, ähnlich den weiter nördlich beobachteten Klippen dieses Gesteins. Denn am Steilufer war nur Sand, kein Gestein zu beobachten.

Dichter Busch zwang mich schließlich, nach Westen abzubiegen. Ich passierte das Mambukuschudorf zum zweiten Mal und gelangte auf einem Fußpfad, der westlicher als mein Hinweg lag, zum Ganiflußbett und dem Lager bei Kapinga.

4) Der ²Kaudum.

Am 16. Juni verließen wir abends Andara, am 19. erreichten wir ²Dugamtscha. Von hier aus wollte ich den ²Kaudum besuchen und möglichst weit aufwärts verfolgen. Mr. Powrie, der auf seiner Hinreise schon einmal einen Ausflug nach jenem Flußbett gemacht hatte, führte mich nach dem Gehöft eines Mambukuschu Tsabatáu *), der ihm als Führer gedient hatte. Ich nahm nur ²Koschep und einen Packochsen mit.

Das Gehöft lag mitten im Buschwald, der Besitzer war jedoch auf dem Feld, das 40 Minuten südlicher in einer Niederung lag. Tsabatau war sofort bereit, als Führer mitzukommen. Powrie kehrte hier um, und wir zogen allein weiter.

Gegen 10 Uhr verließen wir die Felder und, immer durch hohen Buschwald marschierend, erreichten wir um 12 Uhr ein 200 m breites, tiefes, sehr deutliches Flußbett, ²Arumûtscha. Roter Sand herrschte vor, nur in einigen flachen Niederungen lag grauer Vleysand. Eine halbe Stunde hinter ²Arumutscha folgt ein zweites 150—200 m breites Flußbett Pampó. Auf dem hohen Südufer, das wie überall an Flußbetten aus tiefem, rotem Sand bestand, lagerten wir über Mittag. Um 2 Uhr brachen wir wieder auf, um halb drei erreichten wir den ²Kandum gerade an einem Brunnenloch in der Gemarkung Schadikúru. Der Brunnen ist eine kleine Sandgrube, deren Boden so naß ist, daß man aus ihm das Wasser unschwer aussaugen kann. Hier hielten wir nicht, sondern zogen sofort weiter talaufwärts. Nach einer halben Stunde begannen Schilfstreifen mit Salzvleys, das Tal wurde stellenweise sumpfig, und um $^{1}/_{2}4$ erreichten wir das

*) Auf deutsch: Reiß vor dem Löwen aus.

auf dem Nordufer gelegene Brunnenloch N g i á n a, eine flache, mit süßem Wasser erfüllte Grube.

Das ²Kaudumtal hat hier folgenden Bau. Die dicht bewaldeten Ufer bestehen aus rotem, tiefem Sand, der bald mit ganz flachem, bald deutlichem Gehänge die Talsohle begrenzt. Diese ist bei Schadikuru ca. $1^1/_2$ km breit, verschmälert sich jedoch weiter westlich auf 800 m. Sie besteht aus grauem und rötlichem, ziemlich losem Sand und ist mit Gras oder Busch bestanden. Stellenweise jedoch treten Niederungen mit Schilfflächen auf, deren Boden ein grauer salzhaltiger Sand oder gelblichgrauer Salzmergel ist. Innerhalb der Schilfflächen liegen schilffreie, rundliche Pfannen (Fig. 17), die 20—30—50 und mehr Meter Durchmesser haben. Ihr Boden ist grauer, sehr salzreicher Sand oder der bekannte Salzmergel. In jedem Fall ist letzterer als Unterlage vorhanden, und aus ihm blüht das weiße Salz aus, das wie Reif und Schnee den Pfannenboden überzieht, scharf und bitter schmeckt und wohl ein Gemisch von Chloriden und Sulphaten ist. Häufig ist der Boden nicht trocken, sondern sumpfig. Ein solcher mit schmutzigem, schlammigem Wasser erfüllter und von einer Zone weißen Reifs umgebener Tümpel gleicht aufs Haar einem Tümpel bei Schnee und Tauwetter. Nur die drückende Sonnenglut paßt nicht zu diesem nordischen Bild.

Wir übernachteten am Brunnen von Ngiana. Am folgenden Morgen ritt ich allein das Tal aufwärts. Es wird immer schmäler, bekommt aber dafür deutlicher ausgeprägte Ufer. Bald ist es nur 400, ja selbst 200 m breit. Salzmergel mit Teichen, Schilfflächen und trockenen Salzvleys kommt wiederholt zum Vorschein. Der Wildreichtum ist bedeutend. Tausende und Tausende von Spuren durchkreuzen das Tal und drängen sich an den Salzpfannen zusammen, von denen viele durchstampft und durchwühlt sind. Denn die großen Antilopenarten kommen hierher um zu bracken. Die Schimmelantilope ist am häufigsten, und eine Herde dieser Tiere kreuzte auf 100 m Entfernung meinen Weg. Wildschweine sind zahlreich, und zweimal ritt ich an diesen mit ihren gewaltigen Hauern grimmig dreinschauenden Tieren in kaum 40 m Entfernung vorbei. Sie schienen keine Furcht zu haben. Ein mächtiger Eber, der sich mir direkt in den Weg stellte, lief erst fort, als ich auf ihn los galoppierte. Da ich des Kompasses wegen stets unbewaffnet ritt, konnte ich leider die überaus günstigen Jagdgelegenheiten des heutigen Tages nicht ausnützen.

Um 7 Uhr war ich fortgeritten, um halb zehn passierte ich einige in Schilfsümpfen gelegene Wasserlöcher. Um 10 Uhr hielt ich an einem kleinen Teich, der in einer sumpfigen, mit süßem Wasser erfüllten Schilffläche lag, nach einem schnellen Ritt von 24 km. Der Platz liegt in der Nähe der Stelle, wo *v. François* den ²Kaudum kreuzte, vielleicht ist es die Übergangsstelle selbst.

Im Laufe des Nachmittags ritt ich zurück, übernachtete zum zweiten Mal in Ngiana und erreichte am folgenden Morgen (22. Juni) ²Dugamtscha.

5) Der Unterlauf des ²Kaudum und die Tschoriloberge.

Am 29. Juni unternahm ich vom ²Namassere aus einen mehrtägigen Ausflug nach den Tschoriloberge. Als Führer diente ein Mambukuschu, den wir unterwegs angetroffen hatten, ein Packochse trug das geringe Gepäck und die beiden Wassertrommeln. Die Berggruppe zu erreichen, war kein Kunststück, denn man sah sie aus weiter Entfernung, dagegen war es durchaus unsicher, ob wir in den Bergen Wasser finden würden. Angeblich sollte eine Quelle vorhanden sein.

Um halb zwei brachen wir auf und zogen beständig das ²Kaudumtal aufwärts. Sehr bald oberhalb des Lagers versandet das Bett vollständig. Loser rötlicher Sand überflutet die Flußrinne, die Ufer werden flach, und der ¹Kaiwald des Sandfeldes bedeckt auch das undeutliche Tal. So zogen wir, eine $1^1/_2$-

ständige Rast abgerechnet, ununterbrochen bis halb sieben hin und legten ca. $14\frac{1}{2}$ km zurück.

Am folgenden Morgen (30. Juni) waren wir um $^3/_4$7 unterwegs und marschierten über 2 Stunden lang das versandete Flußbett weiter aufwärts. Da es sich jetzt herausstellte, daß der Führer niemals in den Bergen gewesen war und den Weg gar nicht kannte, so bog ich querfeldein nach S.W. ab. Um 10 h 20 m hielten wir am Rand einer Senkung mit dem Ausblick auf die immer noch fernen Tscherileberge.

Gegen ein Uhr ging's weiter. Nach 8 Minuten passierten wir eine alte Wagenspur, die in W.—O.-Richtung verlief, und gleich darauf eine Anzahl trockener, schmaler, aber z. T. sehr deutlicher und steilwandiger Flußbetten, zweifellos Produkte fließenden Wassers. Dann folgte wieder das endlose Sand-



Abbildung 27. Die Gubeku-Gruppe von den Bia²noa-Hügeln gesehen.

feld mit ödem Buschwald. Einmal kreuzten die Spuren einer Elefantenherde den Weg. Um 4 Uhr standen wir am Fuß der Berge und sattelten ab.

Wir gingen sofort auf die Suche nach Wasser und drangen in das Tal südlich des Lagers I ein (Blatt 5, Nr. 11). Rechts und links steile zerklüftete Felsmassen, sandiger Boden im Tal, beschwerliche Kletterei über Felsen, aber kein Wasser. Als wir in die Südecke des verzweigten Tals eindrangen, fand ²Koschep frische Buschmannsspuren vom heutigen oder gestrigen Tage. Da es aber dunkel wurde, mußten wir unverrichteter Sache zum Lager zurückkehren.

Am 1. Juli machten wir uns alle auf nach verschiedenen Richtungen hin. Ich selbst umging die Hauptgruppe der Berge — Gúbeku — von Osten her und kletterte gerade eine Schlucht nach N. hinauf, als ich ²Koscheps Rufe hörte. Er hatte, einer frischen Buschmannsspur folgend, die Quelle erreicht und daselbst eine Herde von ¹Gokwe angetroffen. Mittags waren wir wieder an unserem Lager, und nachdem ich daselbst einen schweren mehrstündigen Fieberanfall überstanden

hatte, verlegten wir gegen Abend das Lager in die Nähe der Quelle, an den Rand der Schlucht, in der das Brunnenloch liegt.

Am 2. Juli besuchte ich vormittags die nördliche Berggruppe Bia ³noa (Pferdeklippe) und nachmittags die Westseite der Berge bis zum isolierten ³Kehau ³noa (Männerklippe).

Am 3. Juli nahm ich früh morgens die Buschmannzeichnungen auf, die sich in der Schlucht, welche von der Quelle zur westlichen Ebene führt, finden. Dann traten wir um 8 h den Rückmarsch an. Nach 2 langen Märschen über das endlose Sandfeld mit kahlem, häßlichem Buschwald erreichten wir den ²Kaudum um 4 Uhr. Der Sand war teils lose und rot, teils hart und rötlichgrau bis grau. Merétloabüsche, deren rote Beeren die Nahrung zahlreicher



Abbildung 28. ³Kehau ³noa von N. gesehen. Im Vordergrund die mit lichtem Buschwald bedeckte grasige Kalkebene.

Elefanten bildeten, traten in großem Umfang auf. Der Kot dieser Riesentiere bestand fast ausschließlich aus den Steinkernen dieser Beeren.

Ein langer dritter Trek brachte uns abends spät zum Lager.

Betrachten wir nun die Gruppe der Tscherileberge näher.

Die Tscherileberge sind eine isolierte Gruppe in dem weiten Sandfeld, etwa unter 21° 30′ östl. L. und 18° 45′ südl. Br. Ihre Mittelgruppe liegt 22 bis 23 km südlich des ²Kaudum. Die nächsten Wasserplätze sind: Schadikuru 32—33 km, der Namassere 35 km, die Schadumquellen 50 km.

Der Name der Berggruppe ist bei den Betschuanen Serile oder Tscherile, bei den ²Kung-Buschmännern Litsui. Die Mambukuschu nennen sie Liua, d. i. Steine.

Die Tscherileberge bilden eine aus 4 Gruppen bestehende von S.O. nach N.W. streichende Kette. Sie ist ca. 7 km lang und in maximo $1^1/_2$ km breit.

Der südlichste Berg — ³Kchau³noa — ist der höchste, ca. 300 m hoch, und zwar ein einfacher länglicher Kegel. Die folgende Berggruppe ist die umfangreichste und kompliziert zusammengesetzt. Ihr höchster Gipfel liegt in der Gemarkung Gubbeku (ca. 200 m), in der auch die Schlucht mit der Quelle liegt. Bia³noa ist die dritte, ein aus drei Kuppen bestehender Rücken von 100 bis 120 m Höhe. Ganz isoliert liegt dann noch im N.W. eine niedrige Kuppe Tsau²kam, die 30—50 m hoch sein mag.

Betrachten wir die Gruppe als Ganzes, so fallen zwei Richtungen auf, einmal die Richtung S.O.—N.W. Ihr entspricht die Hauptlängsrichtung und der Abfall der Westseite der Gubekugruppe. Die zweite Richtung ist die von S.S.W.—N.N.O., etwa die Richtung 30°. Ihr folgt die Längsrichtung des ³Kchau³noa und die der drei Ketten und Täler in der Gubekugruppe, die infolgedessen einem lateinischen E gleicht. In der Bia³noakette machen sich auch beide Richtungen bemerkbar.

In petrographischer Beziehung sind die Tscheriloberge ziemlich einheitlich zusammengesetzt. Muskovitreiche Quarzschiefer mit Eisenglanzschüppchen, Quarzite in dickeren Bänken setzen die Berge zusammen. Im südlichen Teil der Gubekugruppe sollen nach Angabe der beiden Prospektoren Powrie und Hinton, die nach mir die Berge besuchten, handdicke Bänke von Eisenglanz und Roteisenstein vorkommen. Letzterer dürfte die rote Farbe der Buschmannzeichnungen geliefert haben.

So einfach die petrographische Zusammensetzung, so kompliziert der Aufbau. Das Streichen der Schichten entspricht nämlich nicht dem der Rücken und Ketten (330°, resp. 30°). Es hat vielmehr eine diagonale Richtung, die ziemlich genau N.—S. verläuft. Infolgedessen besitzt jeder Rücken einen kulissenförmigen Aufbau. Das Fallen ist im allgemeinen 30—40° nach O.

Außer dem Schichtenstreichen durchsetzen zahlreiche Klüfte das Gestein. Sehr häufig sind Spalten nach 50°, 100° und 130°. Die Spaltung ist sehr energisch und zerlegt das Gestein zusammen mit der Schichtung in ein Chaos parallelepipedischer bis völlig unregelmäßiger Stücke. Die Folge dieser Zerklüftung ist, daß die Böschungen und der Fuß der Berge mit einem wüsten Geröll eckiger Gesteinstrümmer bedeckt sind und die anstehenden Felswände selbst zerhackt und zerfressen erscheinen. Das Klettern auf diesen Bergen ist deshalb ein recht beschwerliches Vergnügen, zumal der lockere Schutt leicht ins Gleiten kommt.

Im allgemeinen sind die Gehänge steil und felsig, und nur die beiden von N.O. her in die Gruppe Gubeku eingreifenden Täler gewähren einen bequemen Zugang ins Innere der Bergmasse.

Da die Schichten mit ∢ 30—40° nach O. einfallen, so sind die Westseiten der Berge sehr viel steiler als die Ostseiten, obwohl letztere doch auch oft mit ziemlich steiler Wand, auf der die Schichtenköpfe auslaufen, abbrechen (Fig. 18).

Die Quelle liegt in einer nach S.W. auslaufenden, engen, steilwandigen Schlucht, die durch einen flachen Felsriegel abgesperrt wird. Nach Überschreiten dieses Riegels stürzt die Schlucht steil nach der Westseite des Gebirges ca. 50 m hoch ab. Oberhalb des Felsriegels ist der Talboden mit humoser Erde ausgefüllt, und in ihr liegt das Brunnenloch. Anscheinend wird das Regenwasser durch den Felsriegel aufgestaut und sammelt sich in dem Felskessel an. Die humose Erde aber schützt es vor dem schnellen Verdunsten.

Auf der Kuppe Tsau²kam soll auch eine Quelle liegen, über die jedoch nichts Näheres bekannt ist.

Die Tscheriloberge erheben sich steil und unvermittelt aus dem öden Sandmeer der Kalahari, aber nicht auf allen Seiten gleichartig. Auf der Ostseite steigt nämlich der Sand an den Bergen hoch hinauf, während sich auf der Westseite eine horizontale Ebene befindet, die wohl bis zu 30 m tiefer liegt, als der

Sandrand am Ostfuß der Berge. Diese westliche Ebene ist ca. 3 km breit und wird auf der Westseite von einem mehrere Meter hohen Sandrand umgeben. Ich selbst habe diesen nicht besucht, wohl aber die beiden Prospekteren Powrie und Hinten. Die Ebene besteht aus hartem Sinterkalk, vielleicht der harten Oberflächenbank von mürbem Kalksandstein. Darüber liegt lückenhaft rötlicher Decksand mit Kalkbrocken.

Der Sand auf der Ostseite ist roter feiner Kalaharisand. Sehr bemerkenswert ist die Art, wie er sich an die Gesteinswand des Gubeku anlagert. Er schiebt sich nicht als gleichmäßige Fläche an den Felswänden hinauf, sondern zwischen dem Fels und dem Sandkamm liegt eine 1—3 m tiefe Rinne, wie sie durch Wirbelwinde zustande kommt, wenn Flugsand gegen eine Mauer, einen Bretterzaun, kurz gegen einen flächenhaften Widerstand getrieben wird.

Die Vegetation des Sandfeldes in der weiteren Umgebung der Tscheriloberge ist ¹Kaiwald, Mochononobusch, streckenweise wiederum viel Moretloa, Sitsi, Moschäschä, Mochoto, Mochailechaile. In der Nähe der Berge treten die Bäume des ²Kungfeldes hinzu, wie Motsaöli, Mopura u. a.

Auf den Bergen selbst gedeiht infolge der steinigen Beschaffenheit meist nur niedriges Buschwerk. Nur auf flachen Gehängen, wo zersetzter Detritus, oft gemengt mit emporgewehtem Sand, liegt, stehen Baobabs, Morulabäume und ein Baum — Mapapána —, den ich seit dem Verlassen des Bamangwato-Matabele-Landes nicht mehr gesehen hatte. Es ist ein in der Trockenzeit kahler Baum mit glatter, heller, fast weißer Rinde, die sich in papierdünnen Lamellen abziehen läßt, wie bei unseren Birken. Er wächst nur auf felsigen Bergen zwischen den Blöcken. Auf den andern Bergen der Kalahari sah ich ihn nie, auch nicht bei Olifantskloof. Dagegen kommt er nach persönlicher Mitteilung von Herrn Professor *Schinz* im Damaraland vor. In der westlichen Kalkebene herrscht die kalkliebende Pflanzenwelt vor, Vaalbüsche, Motswere, Loboana.

Die Tierwelt ist recht reich und mannigfaltig, wenigstens in der umliegenden Ebene. Außer den üblichen Höhlen von Stachelschweinen, Springhasen, Erdferkeln waren Spuren von Giraffen, Kudus, Schimmelantilopen, Reiböcken und Elefanten häufig. Augenscheinlich hat hier auch die Tierwelt einen Vertreter der Gebirgswelt des Ostens und des Damaralandes, nämlich den Klippbock. Wir sahen wenigstens am ersten Tage auf den Felsen des Gubekugebirges einen kleinen, rötlichgrauen Bock, auf den ²Kosehep vergeblich Jagd machte. Er versicherte aufs bestimmteste, daß es weder ein Ducker, noch ein Steinböckchen gewesen sei, sondern ein ihm unbekanntes Tier. Wenn ein Buschmann sagt, ein Tier sei ihm fremd, so wird man ihm unbedingt Glauben schenken können. Vermutlich lebt also in den Tscheriloborgen der Klippbock, für den das felsige Terrain ja auch ausgezeichnet geeignet wäre, der aber der Kalahari durchaus fehlt.

Bei dem großen Interesse, das das isolierte Vorkommen einzelner Tier- und Pflanzenarten fern von ihrem hauptsächlichen Verbreitungsgebiet hat, ist die Anwesenheit je eines Vertreters der Tier- und Pflanzenwelt aus dem felsigen Gebirgslande des Ostens auf dieser einsamen kleinen Felsinsel gewiß von Wichtigkeit.

Kapitel XXVI.

Das ^{2}Kungfeld.

(Übersicht.)

I. Topographische Verhältnisse.

Das ^{2}Kungfeld zwischen dem Schadum und dem Okavango hat eine Breite von ca. 100 km auf dem 21. Längengrad. Seine Ostgrenze bildet der Rand des Okavangobeckens, die Westgrenze ist unbestimmt.

Seinem Charakter nach ist das ^{2}Kungfeld ein ausgesprochenes Sandfeld ohne Gestein, von zahllosen Flußbetten durchzogen, die einen bald längeren, bald kürzeren Verlauf haben. Wichtig ist vor allem das Auftreten von Vleys und Sümpfen mit beständigem Wasser in Flußbetten.

Das Hauptflußbett ist der ^{2}Kaudum, der von W. nach O. läuft, entsprechend der allgemeinen Senkung des Landes. Einige größere Täler, wie die Mohanka-Laagte, laufen ihm parallel, andere dagegen haben eine diagonale Richtung von N.W.—S.O. Bemerkenswert ist das schnelle Aufhören vieler Flußbetten, z. B. der von Gani und Jil ^{2}noa, indem sie auf weitere Strecken hin von Sand verstopft werden. Die Flußbetten sind oft sehr breit, 100—300 m, und haben bis 10, ja selbst 20 m hohe Sandufer.

Westlich meiner Route hat *v. François* zwischen Andara und dem Schadum zahlreiche Flußbetten passiert. Der Charakter des Landes ist dort also sicherlich derselbe.

Eine besondere Besprechung verlangt der Lauf des Tschakuyuwa. Dieses Flußbett liegt ca. 6 km westlich von Jil ^{2}noa und wurde von *v. François* überschritten. Nach seiner Karte treffen mehrere nach Osten zusammenfließende Betten nahe seiner Route zusammen. Unwillkürlich nahm ich also an, daß der Tschakuyuwa der Oberlauf der Gani- oder Jil ^{2}noa-Laagte sei. Allein sowohl Mokwena, der zur Zeit *v. François'* am Tschakuyuwa wohnte, als auch die Mambukuschu von Andara, als auch Tsabatau, die doch alle unabhängig voneinander berichteten, behaupteten auf das bestimmteste: der Tschakuyuwa gehe zum Okavango und erreiche ihn in der Nähe von Niangana. Über seinen Verlauf nach Osten waren die Angaben durchweg unsicher; das Flußbett scheint nach dieser Richtung völlig zu versanden.

Aus den übereinstimmenden Angaben der Eingeborenen kann man wohl schließen, daß sich das Flußbett bis zum Okavango verfolgen läßt. In der Tat hat ja *v. François* östlich von Niangana mehrere Flußbetten auf der Südseite

des Okavango passiert. Ist der Tschakuyuwa in den Okavango geflossen? Ich glaube nicht, vielmehr geht der Tschakuyuwa vom Okavango aus.

Kapinga hat eine Meereshöhe von 1000 m, Andara von 1060 m, Jil ²noa von 1030 m und Kuimara oberhalb Niangana nach *Baum* 1110 m. Da Niangana halbwegs zwischen Kuimara und Andara liegt und das Gefälle gleichmäßig sein dürfte, so würde Niangana ca. 1085 m hoch liegen.

Geht der Tschakuyuwa zum Okavango, so müßte die Stelle, wo *v. François* ihn überschritt, bei dem Abstand von mindestens 60 km, auch mindestens 1100 bis 1120 m hoch liegen — die Niveaudifferenz zwischen Jil ²noa und Kapinga ist z. B. bei 40 km Abstand 30 m.

Demnach würde zwischen Jil ²noa und dem Tschakuyuwa das Land bei 12—15 km Abstand um 70 bis 90 m ansteigen müssen, ja sogar höher, weil ein Rücken als Wasserscheide hinzukommen müßte. Bei der so außerordentlich gleichmäßigen Ebene der Kalahari wäre eine solche Niveaudifferenz von dem Bia ³noa aus gesehen, dessen Gipfel ca. 120 m über der Ebene liegt, sicher ins Auge gefallen. Das war nicht der Fall, man sah im Norden nur einen endlosen ebenen Horizont ohne jede Bodenschwelle.

Gar keine Schwierigkeit bieten dagegen die Meereshöhen bei der Annahme, daß der Tschakuyuwa vom Okavango nach S.O. hingeflossen ist. Die Entfernung von Kapinga — Jil ²noa — Tschakuyuwa — Okavango östlich Niangana beträgt 40 — 50 — 110 km. Nimmt man an, daß von dem Okavango unterhalb Niangana nach Kapinga auf der Luftlinie das Sandfeld gleichmäßig ansteigt, so läge Jil ²noa 33 m über Kapinga $\left(x = \frac{40 \times 90}{110}\right)$. Die Siedethermometerablesung gibt die Differenz tatsächlich auf 30 m an. Der Tschakuyuwa läge unter den gleichen Bedingungen 40 m über Kapinga, die Flußbetten am Okavango aber 90 m, also 1090 m. Wir erhalten auf diesem Wege für Niangana also die gleiche Meereshöhe wie vorher.

Es wäre also sicherlich hypsometrisch sehr erklärlich, daß der Tschakuyuwa nicht nach N.W. zum, sondern nach S.O. vom Okavango abgegangen ist. Sobald ein solches Verhältnis aber für ein Flußbett zutrifft, ist man gezwungen, auch für das ganze große Heer der anderen Betten das gleiche anzunehmen. Dann gehört das Netzwerk von trockenen Flußbetten zwischen dem ²Kaudum und dem Okavango einem System von Flüssen an, die einst auf der Strecke zwischen Niangana und Andara vom Okavango ab direkt zum oberen Okavangobecken und den heutigen Tauchearmen gingen. Bemerkenswert ist, daß gerade innerhalb dieses Streifens die für die nördliche Kalahari charakteristischen Bäume, wie Motsaoli, Mopuru, Strychnos-Arten, vorkommen und zwischen Mohanka und Andara, also auf höherem Terrain, wieder fehlen.

Zwischen Andara und den Popafällen fließt der Okavango in einem felsigen Bett. Auf beiden Ufern begleitet ihn die Platte des Kalaharisandes in einem mittleren Abstand von 2—3 km. Von den Popafällen ab weichen beide zurück, so daß eine mit Sümpfen und Flußbetten erfüllte, sich trichterförmig verbreiternde Niederung entsteht. Diese hat auf der Höhe der Baobabs eine Breite von ca. 4—5 km, bei Kapinga von 8—10 km. Nach Süden hin erweitert sie sich dann beständig, und da zahlreiche bewaldete Inseln im Sumpfland auftreten, verliert man schließlich den Überblick über dasselbe.

II. Die geologischen Verhältnisse.

A) Das Grundgestein.

An zwei Stellen tritt das Grundgestein zutage, in den Tscherilobergen und am Okavango.

Die Tscheriloberge ragen bis zu 300 m über die Sandebene auf und stellen eine durch Erosion und wohl auch tektonische Vorgänge bloßgelegte Bergmasse vor. Die Quarzschiefer und Quarzite leisten jeder Einwirkung zähen Widerstand, für tektonische Einflüsse spricht aber die äußere Begrenzung und der innere Bau.

Dem petrographischen Habitus nach sind die Quarzschiefer archaischen Alters, also nicht zu den Grauwacken der Chanseschichten zu stellen. Ganz gleiche Gesteine scheinen in den ältesten Schichten des Damaralandes vorzukommen. Man könnte also sehr wohl die Vermutung aussprechen, daß sie archaischen Alters sind. Andererseits können es doch auch durch Gebirgsdruck stark metamorphe Gesteine der Chanseschichten sein. Deshalb sind die Berge auf den Karten mit der Farbe der Chanseschichten koloriert.



Abbildung 29. Blick über den südlichen Teil der Gubeku-Gruppe, von dem Lager oberhalb des Brunnens aus gesehen. Im Hintergrund der ³Kebau ³noa.

Die tektonische Einwirkung zeigt sich in dem kulissenförmigen Aufbau der Berggruppe. Wir sahen, daß sich zwei Richtungen in dem Streichen der Ketten geltend machen, nämlich die Richtung 330° (Damararichtung) und 30° (Tschorilorichtung), daß dagegen die Schichten innerhalb der Ketten nicht parallel einer dieser Richtungen, sondern diagonal N.—S. streichen.

Wie ist ein solcher Aufbau zu erklären?

Nehmen wir an, daß eine geschichtete Gesteinsmasse nach einer Richtung a (Fig. 19) in Schollen zertrümmert und verworfen wird. a—a sind dann die die einzelnen Schollen trennenden Klüfte. Nach einiger Zeit erfolgt eine zweite tektonische Beeinflussung in einer um 60° abweichenden Richtung b—b. Dieselbe führt zur Herausbildung eines Bergzuges ABCD. Wenn die Verwerfungen nach b—b durch starken Seitendruck in der senkrecht auf b—b stehenden Richtung begleitet werden, so könnte man sich wohl vorstellen, daß die Streichrichtung der Schichten a—a durch den Seitendruck innerhalb einer jeden Scholle in eine der Intensität des Druckes proportionalen Richtung c—c verschoben wird. Eine

solche Verschiebung ist natürlich nur unter erheblicher Zertrümmerung der Schichten und Bänke mechanisch denkbar. Die Schichten müßten gebrochen und die Mehrzahl der Bruchstücke in die Richtung c—c geschoben worden sein. Fig. 19 gibt also nur eine sehr schematische Darstellung des komplizierten Vorganges.

Setzen wir die Richtung a—a parallel der Richtung 30°, b—b parallel 330°, entsprechend den beiden Hauptrichtungen in der Gliederung der Tschoriloberge, so wäre es wohl denkbar, daß die Schichtentrümmer eine zwischen 330° und 30° gelegene Richtung annehmen, in diesem Fall genau die mittlere Richtung, nämlich 0° (N.—S.). Die enorme Zertrümmerung des Gesteins spricht für eine solche Erklärung. Letztere würde auch für die Längsrichtung der gesamten Berggruppe (330°) als Wirkung der letzten Verwerfungen, ferner für die Täler und Rücken nach 30° als Resultat der früheren Schollenbildung annehmbar erscheinen. Die bei dieser Voraussetzung als zweite, spätere tektonische Richtung angenommene Linie 330—150° ist uns nicht unbekannt. Denn nach 155° streichen die Chanseschichten im Schadumtal. Dort sind die Verwerfungen nach dieser Richtung erst nach Ablagerung der Chanseschichten entstanden, aber anscheinend älter als die Ngamischichten. Sie dürften auch der Scholle der Tschoriloberge den heutigen Umriß gegeben haben. Die andere Richtung (30°) nähert sich der der Chanseschichten am Okavango bei Andara (10—20°).

Die zweite Region, in der Grundgestein zum Vorschein kommt, ist also das Okavangotal bei Andara. Es sind Grauwacken, Grauwackensandsteine, quarzitisch und mürb, durchweg vom Habitus der Chanseschichten und von Gängen von Totingdiabas durchsetzt. Die Lagerung ist in der Gegend von Andara 10—20°, an den Popafällen 0° (N.—S.).

Bemerkenswerte Verhältnisse weist dort die Oberfläche des Grundgesteins auf. Wie im Chansefeld, im Schadumtal und sonst, ragen einzelne Gesteinswälle, die Schichtenkomplexen entsprechen, auf. Diese Wälle wiederum sind größeren Rücken aufgesetzt, zwischen denen Niederungen ohne Gestein liegen. Der erste Rücken beginnt etwas westlich von Andara und endet etwas östlich meines ersten Halteplatzes. Es folgt die Mulde von Kaladja. Der zweite Rücken wurde auf dem zweiten Trek passiert. Es folgt die Niederung westlich der Popafälle, die ihrerseits durch die dritte und letzte Grauwackenmasse der Fälle selbst begrenzt wird. Im Gebiet der Rücken und Wälle ist der Fluß von Stromschnellen und Klippen durchsetzt, eben den durchstreichenden Gesteinswällen, im Bereich der Niederungen breitet er sich aus und enthält Sandinseln.

Nach der *v. François*schen Karte zu urteilen, hat der Okavango oberhalb Andara ein einfaches Bett bis Ndurokoro, dann beginnt ein breites Sumpfland ihn einzufassen. Oberhalb dürfte das Grundgestein noch einmal in ähnlicher Weise zutage treten, wie unterhalb Andara, da *Gibbons* Karte noch Wasserfälle oberhalb dieses Platzes aufweist. Ich selbst fand bis 7 km oberhalb Andara ein breites sandiges Bett mit Sandinseln.

B) Die Deckschichten.

1) Die Botletleschichten haben die geringste Verbreitung, sind aber sehr interessant. Kalksandsteine wurden nicht beobachtet, sondern nur Chalcedonsandsteine vom Typus der eingekieselten Sandsteine, teilweise von Röhren durchsetzt, wie am Ngami, teilweise dichte Quarzite, wie Gesteine der Rengakaschichten. Die Fundorte liegen an oder in der Nähe der Popafälle, und zwar in der Ebene des Sumpflandes. Nur an den Fällen selbst liegt eine 5 m mächtige, mit eckigen und rundlichen Quarz- und Grauwackenstücken erfüllte Masse von Chalcedonsandstein auf den anstehenden Chanseschichten. Interessanterweise sind diese Chalcedonsandsteine in eine 1 m mächtige Lateritmasse

— zelligen Brauneisenstein — umgewandelt werden. Diese Umwandlung hat nur auf der Höhe stattgefunden, sie fehlt in der Niederung des Tales gänzlich.

2) Kalaharikalk wurde nur in der Ebene westlich der Tschiloberge gefunden. Es ist harter Sinterkalk, vielleicht die Oberflächenbank eines mürben Kalksandsteins. Möglicherweise hat dieser südlich des ²Kaudum unter dem Kalaharisand eine größere Verbreitung.

Gebilde von fraglicher Stellung sind die Kalktuffe und Geröllager des Okavangotals. Sie haben sicherlich keine große Ausdehnung, wenigstens nicht heute mehr, und liegen hauptsächlich in den Niederungen zwischen Gesteinsrücken, so namentlich in der Niederung oberhalb der Popafälle. Der Kalktuff ist zellig und zerfressen, sandig und könnte lokalen Quellen seine Entstehung verdanken. Die Geröllager liegen über dem Kalk und bestehen aus abgerollten weißen Quarzstücken. Die Frage ist nun die, sind beide Gebilde jünger oder älter als der Kalaharisand. Beides ist an und für sich möglich. Sind sie jünger, so sind sie lokale Bildungen in dem nach Ablagerung des Kalaharisandes ausgewaschenen Tal. Dann wäre es aber vielleicht nicht ganz verständlich, wie sich in einem mit stark fließendem Wasser erfüllten felsigen Tal ein solcher Kalktuff bilden konnte, dessen Entstehung unbedingt langsam bewegtes bis stehendes Wasser voraussetzt. Auch machen die Kalktufflager mehr den Eindruck alter, der Erosion entgangener Überreste als junger Bildungen, die im Tal nach dem Zurückweichen des Wassers auf das heutige Niveau entstanden wären. Ich möchte daher glauben, daß der Kalktuff dem Kalaharikalk, resp. die Schotter dem Kalaharisand entsprechende Bildungen sind, daß der Kalk vielleicht lokal in Mulden des Grundgesteins entstand und dann die Schotter und der Kalaharisand später über ihm zur Ablagerung gelangten. Seit dem Rückgang des Okavango befinden sich jedenfalls Kalktuff und Schotter im Stadium der Zerstörung.

Eine sehr interessante Bildung ist der Salzmergel, ein feiner, etwas sandiger Kalkschlamm, der stellenweise von bleistiftdicken Sandröhren durchsetzt ist. In nassem Zustand ist er „tonig“ und kleisterartig, trocken dagegen porös und leicht, ganz wie im Schadumtal. Der Gehalt an Salzen ist bedeutend, so daß sich die trockengelegte Oberfläche des Mergels oder, wenn eine Sandschicht darüber liegt, letztere mit Salzausblühungen überzieht. Indes ist der Salzgehalt nicht so groß, daß er zur Bildung von Salzmandeln führt, wie im Schadum.

Bezüglich der Verbreitung des Salzmergels kann man folgendes feststellen. Er bildet den Boden des Sumpflandes im Okavangobecken, tritt also erst unterhalb der Popafälle auf. Im Okavangotal fehlt er. In der Gemarkung Diwaï überlagert er die Betletleschichten, sonst ist sein Liegendes nirgends aufgeschlossen. Eine sehr wichtige Frage ist die nach seiner Verbreitung nach W. unter dem Kalaharisand. Beim Bakalahariort bildet er die Uferwand und wird von einer Sandmasse überlagert, die lediglich ein Teil der Platte des Kalaharisandes ist. Deshalb ist man wohl berechtigt, anzunehmen, daß er sich unter dem Sand nach Westen hin fortsetzt. Nun treten aber in jener Richtung auf dem Boden der Flußbetten — Gani, Jil²nca — Salzausblühungen über grauem Flußsand auf, ganz genau so, wie in den trockenen und sumpfigen Flußbetten in der Gemarkung Diwaï, wo der Salzmergel ansteht und ganz zweifellos die Ursache für die Ausblühungen ist. Deshalb liegt der Gedanke nahe, daß er auch den Boden jener Flußbetten bildet, zumal er ein Stück weiter südwestlich im ²Kaudum tatsächlich aussteht, und zwar ist er dort an den Talrändern nicht etwa von Gestein begrenzt, wie im Schadum, sondern nur von dem roten Kalaharisand, liegt also nicht als lokale Bildung in einer felsigen Flußrinne.

Man ist demnach berechtigt anzunehmen, daß sich der Salzmergel von dem Okavangobecken aus unter dem Kalaharisand nach Westen ausbreitet und mit dem Salzmergel des ²Kaudum eine Fläche bildet. Mit dieser Annahme gewinnt aber auch die schon erörterte frühere Verbindung des Sumpf-

landes am mittleren Okavango bei Niangana mit dem Sumpfland des heutigen Okavangobeckens auf dem direkten Wege durch das ²Kungfeld an Wahrscheinlichkeit, zumal in der Gegend von Kuimaru nach *Andersson* und *Baum* ein Kalktuff mit Röhren unter den Flußalluvien liegt. Dieser könnte recht wohl Salzmergel sein.

3) Der Kalaharisand hat im ²Kungfeld vorwiegend den Charakter des bekannten roten Sandes, namentlich im Bereich des Gewirrs alter Flußbetten. Grauer Vleysand fehlt nun freilich nicht, so besonders östlich der Tschoriloberge und südlich von Andara, aber in der Vegetation lassen sich nicht mehr so grundlegende Unterschiede aufstellen. Der rote Sand ist wohl meist mit ¹Kaiwald bestanden, allein zusammen mit diesen Steppenbäumen wachsen im Bereich der Zone der Flußbetten hauptsächlich Bäume, wie sie im Süden nirgends vorkommen und die ihrem ganzen Habitus nach als Vertreter eines regenreicheren Klimas erscheinen. Auch der Vleywald enthält zuweilen solche Bäume. Wichtig ist vor allem das Fehlen ausgedehnter Grasflächen, wie sie den sonstigen Sandfeldern eigen sind.

Das Sandfeld nimmt also nördlich des Schadum einen andern Charakter an, der besonders zwischen dem ²Kaudum und der Mohankalaagte infolge des Auftretens zahlloser deutlicher Flußbetten und einer mehr tropischen Vegetation hervortritt. Auch sonst vermittelt es infolge des Aufhörens des endlosen öden Mochononobusches und der weiten Grasebenen mit grauem Sand den Übergang zur nördlichen Kalahari.

Am Okavango endet der Kalaharisand mit scharfem 8—10 m hohem Abhang etwa 2 km vom Fluß entfernt. An den Popafällen liegt eine vorgeschobene Zunge über dem Laterit. Von hier ab nach Süden ist die Grenze nicht ganz deutlich, weil der Abhang nicht scharf ist und sich Zungen und Rücken rötlichen Sandes wiederholt gegen das Sumpfland vorschieben. Erst in der Gegend des Mambukuschudorfs südlich der Baobabs tritt wieder das Sandplateau als geschlossene Masse an das Sumpfland heran, und zwar mit steiler Wand.

An den Tschoriloberge steigt der Sand an den östlichen Gehängen hoch hinauf, läßt dagegen auf der Westseite eine Niederung mit Kalkboden frei. Es bedarf wohl kaum des Hinweises auf ähnliche Verhältnisse an den andern Berggruppen der Kalahari.

4) Die alluvialen Bildungen der jüngsten Epoche sind ein wichtiges Glied in dem Gesamtbilde des Landes. Man kann sie in drei regional verschiedene Arten einteilen, die Alluvien des Sandfeldes, des Okavangobettes und des Okavangobeckens.

a) Die Alluvien des Sandfeldes beschränken sich auf die Sande der Flußbetten. Diese sind teils weiß, teils grau und humos, teils rötlich, teils schwärzlicher Humus- und Schlammboden. Letzterer tritt lokal auf in der Umgebung von Sümpfen und ist von gelben Eisenhydroxydmassen durchsetzt — Abscheidungen aus stehendem Wasser mit und ohne Bakterien.

b) In dem Okavangotal hat man zwei Arten von Alluvien zu unterscheiden.

In dem Flußbett selbst liegen Sande, Kiese, Gerölle, die der Fluß von fern mitgebracht oder durch Zerstörung der Felsen gewonnen hat. Stellenweise, namentlich im Bereich der Niederungen ohne Gestein, sind junge alluviale Ablagerungen aus hellem, grauem bis weißem Sand mit alten Stromrinnen und Sandpfannen bloßgelegt und werden heutzutage selten oder nie mehr überschwemmt. Mit einer Stufe oder mit undeutlicher Begrenzung beginnen außerhalb dieser jüngsten Alluvien ältere Sande, die aber eine etwas rötliche Farbe haben. Sie mischen sich in der Nähe der anstehenden Gesteine mit Gesteinsbrocken und nehmen dann den Charakter von Decksand an. In der Nähe des Kalaharisandes vermischen sie sich wiederum mit diesem. Sie bilden bei Andara die breite Fläche des Okavangotals außerhalb der Stromrinne und enden vor

den Popafällen. In der Gemarkung Diwaï und Layuka bedecken sie ein niedriges Verland. Ihre Verbreitung auf dem Ostufer ist nicht bekannt.

c) In dem Sumpfland bestehen die Sedimente aus Sand. Sandinseln liegen im Fluß, Sandmassen werden auf dem Boden der Stromrinne entlang gewälzt und in Wällen auf den Ufern wallartig abgelagert. Diese Anhäufung von Sandmassen gerade an den Ufern der schnellströmenden Flüsse ist interessant und sehr wichtig. Sie ist ein Resultat der filtrierenden Wirkung der Schilfmassen während der jährlichen Hochflut, die über die Flußbetten hereinbricht. Sehen mehrere hundert Meter von der Stromrinne entfernt, tritt der Salzmergel frei oder mit unbedeutender lückenhafter Sanddecke zutage. Die Sandablagerungen sind dort übrigens nicht bedeutend, am Uferrand 2—4 m. Das ist ja auch leicht verständlich. Denn das bei Hochflut aus dem engen Tal herausstürzende Wasser reißt alles mit sich und gestattet keine bedeutende Sedimentanhäufung in dem noch schmalen Ende des Trichters. Mit der Verbreiterung desselben und der zunehmenden Ausdehnung des Sumpflandes müssen dagegen entsprechend mehr Sedimente zur Ablagerung gelangen.

Bis zur Mündung des ²Kaudum bildet der Kalaharisand das Ufer des Schilfsumpfes. Trockengelegtes Überschwemmungsgebiet von nennenswerter Breite fehlt. Erst südlich des ²Kaudum weicht der Kalaharisand mit deutlichem Rand zurück, und eine Zone alten, jetzt trockenen Sumpflandes schiebt sich zwischen ihn und den Schilfsumpf ein, und zwar ein Streif hellen Sandes mit undeutlichen und deutlichen Stromnbetten, pfannenförmigen Niederungen und Sandrücken mit hohem Wald. Auch Rücken und Platten grauen Sandes ragen 5—6 m über das allgemeine Niveau auf. Bedeckt mit hohem Wald, erinnern sie an die dunklen Waldinseln, die zahlreich aus dem lichten Grün des Schilfmeeres auftauchen und ihrer Entstehung nach wohl trockengelegte und bewaldete Sandwälle der Flußläufe sind.

Salzmergel bildet wohl auch hier die Unterlage — an dem ersten Flußlauf N. Makaus Dorf ist er ja aufgeschlossen — allein mehrere Meter mächtige Sandmassen überschütten ihn als geschlossene Decken, nicht lückenhaft wie unterhalb der Popafälle.

5) Die Wasserplätze des ²Kungfeldes.

Auch bezüglich der Wasserversorgung nimmt das ²Kungfeld gegenüber den bisherigen Sandfeldern eine besondere Stellung ein. Kalkpfannen fehlen, Spaltquellen aus Gestein erst recht, und doch ist das Land relativ gut bewässert. Der Salzmergel wirkt nämlich als wasserhaltende Schicht und Sümpfe stehen da, wo er zutage tritt oder eine dünne Sandschicht ihn bedeckt. Dann verraten oft Salzausblühungen seine Existenz. In Sümpfen hat sich ein moorig-torfiger, sehr eisenreicher Boden gebildet, eine richtige Sumpfablagerung.

Im ²Kaudum finden wir Salzvleys, genau so wie im Sebadum, und diese dürften die gleiche Entstehungsart besitzen. Ganz besonders auffallend sind Sandpfannen — Vleys — mit perennierendem Wasser, wie ²Dugamtscha, die durch Quellwasser gespeist werden müssen. Das Wasser läuft wohl auf dem Salzmergel, der sich in dem nahen Flußbett durch Salzausblühungen verrät. Denselben Bau hat wohl die Sandpfanne von ²Gatscha, nur reicht bei dieser der Wassergehalt nicht aus, einen Teich zu bilden.

Wir werden sehen, daß in den Sandfeldern der nördlichen Kalahari die Vleys mit Quellwasser sehr verbreitet sind.

III. Folgerungen.

1) Die Wüstenperiode.

In diesem Gebiet sind direkte Anzeichen für dieselbe nicht nachweisbar.

höchstens weisen die Oberflächenformen des Grundgesteins im Okavangotal, die aufragenden Gesteinswälle und die Niederungen zwischen ihnen auf ähnliche Verhältnisse wie im Chansefeld hin. Eingekieselter Schutt wurde in den Tschorilobergen nicht beobachtet, und sein Fehlen ist vielleicht dadurch zu erklären, daß die Berge bereits als isolierte Massen aufragten, als die erste Periode der Kieselsäurelösungen begann, und daher die Bedingungen in den Bergen für die Entstehung jener nicht günstig waren.

2) Die erste Periode der Kieselsäurelösungen.

Die Chalcedonsandsteine vom Typus der eingekieselten Röhrensandsteine und Rengakaschichten verdanken wohl dieser Periode ihre Entstehung. Bei ihrer verwiegenden Lagerung in der Tiefe des Tales, resp. Beckens, können sie sehr wohl eingekieselte Wüstensande sein.

3) Der Laterit.

Zum ersten Mal seit dem Verlassen des ²Oasplateaus finden wir wieder Laterit, und zwar interessanter Weise unter den gleichen Bedingungen, wie dort. Er ist jünger als der eingekieselte Chalcedonsandstein, ist aus diesem entstanden, nicht aber aus dem Grundgestein, und liegt in relativ hohem Niveau. Schließlich fehlen in dem Gebiet, wo er verkommt, Kalkablagerungen völlig. Auch die zweite Periode der Kieselsäurelösungen ist nicht nachweisbar. Der zellige Brauneisenstein ist an den Popafällen gut aufgeschlossen. Allmählich in Chalcedonsandstein übergehend, kann er kaum als etwas anderes als ein Verwitterungsprodukt in situ aufgefaßt werden. Und doch scheut man sich, an eine Periode tropischer Verwitterung zu denken, die einer Wüstenperiode gefolgt sein müßte. Allerdings scheint dieser Laterit gerade zu einer Zeit entstanden zu sein, wo sich in anderen, und zwar tiefer gelegenen Gebieten Kalklager in Brackwasserseen bildeten.

Es liegt also die Möglichkeit vor, daß Laterit und Kalkablagerungen gleichzeitige Bildungen in verschiedenen relativen Niveaus sind.

Daß er auf ein isoliertes Vorkommen an den Fällen beschränkt ist, ist nicht erstaunlich. Die Chalcedonsandsteine müssen zur Zeit des Kalaharisandes sehr stark erodiert worden sein, mit ihnen aber auch die Lateritdecke.

4) Die Periode des Kalaharikalks.

Pfannensandstein und zweite Periode der Kieselsäurelösungen sind nicht nachweisbar, und auch typischer Kalaharikalk wurde nur an den Tschoribergen gefunden. Die sandigen Kalktuffe des Okavangotals sind, wie wir sahen, vielleicht Reste einer ehemals ausgedehnteren Decke von Kalaharikalk.

Wirklich ausgedehnte Lager bildet nur der Salzmorgel. Er liegt unter den Alluvien des Okavangosumpflandes und unter dem Kalaharisand des ²Kaudumgebiets und höchst wahrscheinlich eines großen Teiles des ²Kungfeldes bis zum Sumpfgebiet des Okavango oberhalb Andara, ist also nicht eine Ablagerung eines engen Beckens, wie im Schadum, sondern ausgedehnter Brackwasser-, vielleicht sogar Salzseen. Da ihm eine Oberflächenbank fehlt, so war seine Oberfläche wohl niemals der Austrocknung ausgesetzt, vielleicht dank einer schützenden Salzschicht, dem letzten, jetzt verschwundenen Glied der Ablagerung.

5) Die Periode des Kalaharisandes.

Mehr denn je macht der Kalaharisand den Eindruck einer Flußablagerung. Sehen wir auch ab von den Geröllagern im Okavangotal, die vielleicht, aber nicht sicher, alte Schotter sind, mit denen die Periode des Kalaharisandes einsetzte, so finden wir doch auch hier das Gesetz bestätigt, daß die Ufer der Flußbetten aus gewaltigen Sandmassen bestehen. Dazu kommt das Gewirr alter Fluß-

betten, die hier mit größter Deutlichkeit erhalten sind. Freilich zeigen auch sie bereits den Beginn des Verfalls, lokale Unterbrechung durch Sandmassen, so daß sie nicht weit zu verfolgen sind und z. B. der große Tschakuyuwa mit den östlicheren Flußbetten nicht mehr in Zusammenhang zu bringen ist.

Die Umwandlungen der Flußsedimente sollen im nächsten Kapitel ausführlich betrachtet werden.

Die zahllosen Flußbetten des ²Kungfeldes, ebenso wie die großen Betten des Okavango und ²Kaudum verdanken ihre heutige Form wohl nicht dem Höhepunkt der Sandablagerung, sondern der Periode, in der die Fluten abnahmen, auf engeren Raum beschränkt sich in die eigenen Sedimente einschnitten und bereits vorhandene Läufe vertieften. Die trockengelegten dagegen oblitterierten, wurden undeutlich und ihre Sedimente umgewandelt. Diesen Prozeß machen die Betten des ²Kungfeldes jetzt durch, haben aber noch lange nicht das Stadium erreicht, wie die zahllosen Laagtes und Niederungen, die wir bisher in den südlicheren Sandfeldern angetroffen haben.

Bemerkenswert ist der auffallende Gegensatz zwischen dem Sandfeld nördlich und südlich des ²Kaudum. Dort die zahllosen Flußbetten in guter Erhaltung, hier ein ödes Sandfeld, wie im Süden. Dieser Gegensatz beweist, daß das Sandfeld südlich des ²Kaudum seit sehr viel längerer Zeit trockengelegt worden ist, als das nördliche. Warum? Weil die Betten des nördlichen Sandfeldes vom mittleren Okavango her — Tschakuywa — Wasser erhielten, während dem südlichen ein solches Zuflußgebiet schon längst nicht mehr zu Gebote stand. So weist auch dieser Punkt auf ein Flußnetz hin, das vor relativ nicht allzugroßer Zeit das Sumpfland des Okavango bei Niangana mit dem Tauche direkt verband.

6) Die Wasserplätze des ²Kungfeldes.

An obige Betrachtungen wollen wir direkt anschließen die Erörterung über die Wasserplätze des ²Kungfeldes. Daß die Salzvleys des ²Kaudum auf die trinkenden und badenden Tiere zurückzuführen sind, wurde schon erwähnt. Die Sandpfannen von ²Dugamtscha und ²Gatscha mögen ursprünglich Kolke in den Flüssen gewesen sein, daß dann aber die großen Tiere sie erhalten, resp. vertieft haben, ist wohl sehr wahrscheinlich. Gerade in ²Gatscha, wo ein kräftiger Wasserstrom durch Sand verdeckt wird, lag es ja sehr nahe, daß die mit den Hufen, den Hörnern, dem Rüssel wühlenden Tiere, als sie dem auftrocknenden Wasser folgten, solches fanden und nun erst recht ihre Arbeit fortzusetzen ermuntert wurden.

Überlegen wir nun aber einmal, welchen Effekt hätten die Tiere im ²Kaudum, in den andern Flußbetten im Verlaufe der immer weiter fortschreitenden Austrocknung schließlich erzielt, wenn ihre Tätigkeit nicht durch vorzeitige Ausrottung unterbrochen worden wäre.

Die Tiere suchten und suchen noch die Stellen auf, wo der Salzmergel von wenig Sand bedeckt ist, resp. zutage tritt, einmal um eventuell stehendes Wasser zu trinken und um zu baden, sodann um das ausblühende Salz aufzulecken. Infolgedessen werden viel Sand und Kalk nebst Salzen lokal entfernt, direkt durch die Tiere und indirekt durch Winderosion. Nun nimmt das Wasser ab, das Klima wird trockener, Löcher werden eingewühlt in den Sand, in den Salzmergel. Das in ihm, resp. über ihm befindliche Wasser tritt in die Löcher ein, diese erweitern sich zu Kratern. Inzwischen ist der Salzmergel unter der dünnen Sanddecke, resp. frei an der Luft ausgetrocknet, erhärtet, bildet schließlich den harten Rand des Kraters — die Kalkpfanne ist fertig.

Ich möchte glauben, daß sich auf diese Weise sehr wohl Kalkpfannen bilden können und daß auch manche der in festes Gestein eingeschlossenen Pfannen eine ähnliche Entwicklung durchgemacht haben, d. h. teilweise vielleicht ursprünglich mit wenig Sand bedeckte Kalktuffflächen waren, aus denen Salze ausblühten.

Dieser Salze wegen war die Vegetation gering oder fehlte, Winderosion konnte also zusammen mit den Tieren frei einwirken, den oberflächlichen Sand entfernen, den Kalkboden freilegen. Auf diese Weise erklärt sich unschwer das Fehlen des Sandes über den Kalkpfannen, von dem sie doch allseitig umgeben sind.

Diese Entstehungsart schließt das ursprüngliche Vorhandensein von Teichen mit Schilf, Pflanzen und humosem Schlammboden nicht aus. So hätte die Vley von ²Dugamtscha z. B., ein Trockenerwerden des Klimas und eine genügend lange Arbeit der Tiere vorausgesetzt, ebensogut allmählich in eine Kalkpfanne umgewandelt werden können, wie eine Salzvley. Ein solcher Schlamm, selbst eine Sandschicht auf dem Boden der Vley, würde sicherlich kein Hindernis für die Entstehung einer Kalkpfanne sein; sie würde, wie der Kalkschlamm, durch die Tiere entfernt werden, zumal der dichte Schilfgürtel, der alle Vleys mit dauerndem Wasser umgibt, der Einfuhr von Sand in das Innere der Pfannen entgegenarbeitet und daher der Sand daselbst weniger mächtig ist als außerhalb.

Ich möchte also glauben, daß wir in dem ²Kungfeld die Kalkpfannen noch in embryonalem Zustand sehen, daß die mit Sumpf bedeckten Salzmergelflächen, die Sandpfannen mit Quellwasser und schließlich die Salzvleys die ersten Phasen in der Entwicklung der Kalkpfannen vorstellen, die wir in den seit noch längerer Zeit ausgetrockneten Gebieten in voller Ausbildung antreffen. Damit würde die auffallende Erscheinung erklärt werden, daß diese für die trockenen Gebiete der Kalahari so charakteristischen Gebilde in dem feuchteren, mit reichlichen Trinkplätzen versehenen Norden fehlen.

7) Das Okavangosumpfland.

Die Folgerungen, die die Verhältnisse im Sumpfland zu ziehen gestatten, wollen wir erst im Anschluß an die Darstellung des Tauchegebiets betrachten.

Kapitel XXVII.

Das Sumpfland des Okavangobeckens.*)

In dem vorhergehenden Kapitel haben wir bereits das Nordende des Okavangobeckens mit dem Beginn des Sumpflandes kennen gelernt. Jetzt wird die Aufgabe die sein, das große Sumpfgebiet in seinem weiteren Verlauf nach Süden nebst dem Becken des Ngami zu schildern. Im Anschluß an die eigenen Reisebeobachtungen wollen wir auch unsere heutigen, leider herzlich geringen Kenntnisse von dem nördlichen und östlichen Rand des Sumpflandes zusammenfassen.

I. Die Reisebeobachtungen.

1) Von Makaus Dorf nach ¹Gau.

Am 5. Juli verließ ich den ²Kaudum mit einer kleinen Karre, während Powrie und Hinton nach den Tschorilobergen gingen, erreichte am folgenden Tag Makaus Dorf und lagerte etwa 350 m östlich unseres ersten Lagerplatzes an einem kleinen Makubadorf.

Am 7. Juli führte uns der Weg anfangs durch eine alte Flußlandschaft mit trockenen grasigen Flußbetten und dicht bewaldeten Rücken und Platten aus hellem Sand. Der Sand der Niederungen ist mehr grau, humos, unrein. Nach $1^1/_2$ Stunden begann hinter einem Komplex abgeernteter Felder mit verlassenen Gehöften ein anfangs 100, später 300 m breites Flußbett ²Ga²nana, dessen sumpfiger Boden mit lichtgrünem Schilf bedeckt war und lokal Tümpel und Teiche enthielt. Die Uferzonen waren ziemlich dicht bewaldet. Wir hielten gegen 10 Uhr nach $10^1/_2$ km langem Marsch. Am Nachmittag folgten wir anfangs noch dem Flußbett, an das hier Streifen rötlichen Sandes mit Mopani- und Mochononobusch herantraten, dann bog es nach O. ab, und wir betraten wieder ein Gebiet alter Flußbetten und Sandrücken, letztere aus mehr rötlichem als weißem Sand bestehend.

Auf einem solchen Sandrücken, der nach O. hin gegen tieferes, zum Teil sumpfiges Land hin endete, lag das Gehöft des einflußreichen Batauana Maschabe, der den umliegenden Bezirk als Lehnsherr verwaltete. Über eine teilweise sumpfige grasige Niederung gelangten wir dann nach weiteren 3 km zu einem Flußbett mit Wasser, auf dessen südlichem Ufer wir übernachteten.

Am 8. Juli waren wir vor 7 Uhr unterwegs und kamen unausgesetzt durch

*) Hierzu Blatt 1, 2, 4, 9, 10 und 19.

ein Gebiet, in welchem bewaldete Platten und Rücken aus Sand mit grasigen Niederungen abwechselten. Letztere bilden teils breite Flächen, teils Arme und Kanäle zwischen den flachen Erhebungen, die selten mehr als 3—4 m Höhe besitzen. Der Wald besteht meist aus Steppenbäumen, wie Mossu, Mochonono, Motswere, Sitsi, Moro Mossetla, Mopani, Mocheto. Die typischen Flußbäume fehlen hier völlig. Anscheinend liegt das Sumpfland bedeutend östlicher.

Von 9 bis 1 Uhr lagerten wir. 20 Minuten nach dem erneuten Aufbruch passierten wir ein Gewirr alter, z. T. sumpfiger Flußarme, die sich in einer Breite von nur 20 bis 50 m um Waldinseln winden und ein Labyrinth von Flußbetten bilden, das ca. $^1/_2$ Stunde lang anhielt. Ich vermute, daß hier von Westen her ein altes Flußbett in das Sumpfland mündet und deshalb letzteres sich, dem Lauf des ehemaligen Bettes entsprechend, nach Westen vorschiebt.

Um 2 Uhr hatten wir das Gewirr von Flußbetten hinter uns und betraten, in südwestlicher Richtung abbiegend, eine Steppenlandschaft, in der Mochonono- und Mopanibusch auf graurötlichem Sand vorherrschten. Nichtsdestoweniger bestand die Oberfläche auch hier aus flachen Erhebungen mit Buschwald und grasigen Niederungen grauen Sandes, die sich einmal zu einer ca. 1500 m breiten ovalen Grasfläche erweiterten. Die charakteristischen Oberflächenformen des Sumpflandes blieben also erkennbar. Das Sumpfland selbst liegt nicht sehr weit ab, nämlich etwa 1.5—2 km östlich der Umbiegungsstelle des Weges nach S.W., nach dem Passieren des Gewirrs von Flußarmen (Blatt 9).

Um 4 Uhr begann Wasser das Land zu überschwemmen. Es war klar, sedimentfrei und strömte langsam in westlicher Richtung, war also aus dem Sumpfland austretendes Wasser der diesjährigen Hochflut. An einer feuchten Stelle bedeckten Salzausblühungen den Boden. Wir lagerten am Rand des Wassers gegenüber einer waldigen Erhebung, die allseitig von Sumpf und Wasserarmen umgeben war und auf der ein verlassenes Gehöft stand.

9. Juli. Während der Nacht und am Morgen war es bei schneidendem Südwestwind so kalt, daß wir erst um 10 Uhr aufbrachen, als die Sonne Wärme brachte. Auf dem ganzen $2^1/_2$-stündigen Marsch bestand das Land aus breiten grasigen Niederungen, mit grauem Sandboden ohne Schlamm, umrahmt von Buschwald, der auf 2—4 m hohen Platten hellen Sandes steht. Die Niederungen waren durch von O. eindringendes Wasser der Hochflut auf weite Strecken hin überschwemmt. Pfannen und Teiche waren häufig, weiße Salzausblühungen bedeckten wiederholt schwach durchfeuchteten Boden. Das eindringende Wasser war völlig klar, ohne alle mechanischen Sedimente und auch der Boden der Niederungen grauer Sand ohne Schlamm. Gegen 1 Uhr hielten wir an dem neugebauten Gehöft des Batauana Rantá. Der Besitzer war gerade auf einer Reise nach Niangana am Okavango, um von den im deutschen Gebiet wohnenden Ma²guikwo die Kornabgaben zu erheben. Seine Frau, die hier mit Makuba- und Mambukuschu-Sklaven allein residierte, versorgte uns mit Milch — einem ungewohnten Labsal. Wir hatten die Gemarkung ²Kúrube, die Kornkammer der Batauana, betreten.

Auf dem folgenden Trek änderte sich der Charakter des Landes. An die Stelle der breiten, mit Wald umrandeten und jetzt teilweise überschwemmten Grasflächen traten schmale, mehr rinnenförmige Niederungen, in denen das Wasser zwischen flachen Erhebungen floß. Auf letzteren lagen viele abgeerntete Felder von Hirse, einmal auch ein Tabaksfeld. An einer Stelle war eine solche Niederung mit Mochononobusch erfüllt, der tief im Wasser stand — ein eigentümlicher Anblick, dieser Baum des trockensten Sandfeldes im Wasser!

Um 4 Uhr erreichte ich einen großen Viehkraal Ssekumis, wo ich fast 2 Stunden lang auf den Wagen warten mußte. 20 Minuten hinter diesem Kraal lagerten wir an einem verlassenen Gehöft auf einer trockenen Sandplatte. Im Osten stand alles Land unter Wasser.

In der Nacht hatten wir strenge Kälte. Morgens um halb sieben stand das Thermometer auf —5,8°, bei Sonnenaufgang noch auf —5,5°. Heute vormittag (10. Juli) herrschten wieder weite grasige Ebenen mit vereinzelten Flußbetten vor. Gleich hinter dem Lager überschritten wir ein solches von 30 m Breite, dessen Namen ich nicht in Erfahrung bringen konnte.

Nach einer halben Stunde passierten wir das Gehöft des Batauana Palátscha, das aus 10 Hütten bestand. Weiter ging's durch alte Flußlandschaft, Grasebenen mit Wald umsäumt, mit Teichen, alten Flußrinnen, flachen Sandplatten. Das Flutwasser überschwemmte an einer Stelle in breiter Fläche eine Niederung und gleich darauf (½9 Uhr) lag links ein langes Flußbett. Wir hielten um 9 h 45 m am Rand eines Waldes. Etwa 800 m östlich begann der eigentliche Schilfsumpf,



Abbildung 30. Das Sumpfland des Tauche nördlich von Makaus Dorf. Papyrusschilf und Waldinseln begrenzen die Fläche offenen Wassers, auf der Makubas in Kanus fischen.

der 2—2½ m tiefer lag als der angrenzende Waldstreif. Am frühen Nachmittag des 8. Juli war das Schilfmeer zum letzten Mal sichtbar gewesen. Nur gewaltige Rauchsäulen, die von brennendem, trockenem Schilf herrührten, verrieten seitdem zuweilen seine nicht zu ferne Lage.

Eine halbe Stunde jenseits unseres Mittagslagers lag ein Kraal des Batauana Sseremēssia in einem Waldstreifen, und 6 Minuten später standen wir am Rande einer 1 km breiten Sandfläche, innerhalb der die beiden in den Schilfsumpf mündenden, trockenen Arme des Schadum liegen. Hinter dem südlichen Arm trat von Osten her ein tief eingeschnittenes, mit Sumpf erfülltes Flußbett an den Weg heran, von dem trockene Arme nach W. abgingen und das sich lokal zu weiten Schilfflächen ausbreitete. Um 3 Uhr hielt ich an dem auf flachen Sandrücken liegenden Gehöft des Barutse Dilatäche.

Schon nördlich des Schadum, ganz besonders aber seit dem Überschreiten des Flusses, nimmt der Boden der weiten grasigen Niederungen einen anderen Charakter an. Es ist nicht mehr reiner, nur wenig mit Vegetabilien verunreinigter Sand, sondern ein grauer Schlammboden, ein Gemisch von Sand und Schlamm, der teils „tonig", teils vegetabilisch ist. Bei Dilatächos Kraal sind diese grauen Alluvialebenen von einzelnen Baumstreifen durchzogen, die sich nach Westen hin zu geschlossenen Waldmassen zu vereinen scheinen. Im Osten dehnen sich dagegen Schilfflächen aus, nicht lichtgrünes frisches, sondern gelbes totes Schilf, das auf weite Strecken hin abgebrannt wurde. Der Boden ist trocken, nicht sumpfig. Nur die zahlreichen, vielfach verzweigten und 2—3 m tief in das Alluvialland eingeschnittenen Flußbetten sind teilweise mit Sumpf und grünem



Abbildung 31. Grasige Alluvialfläche mit bewaldeter Insel im Hintergrund. Rauchwolken des brennenden Schilfs in der Ferne. Nördlich der Schadummündung.

Schilf erfüllt. Das Wasser in denselben ist aber nicht von Dauer. So endete es z. B. an dem Flußlauf, an dem wir vor dem Erreichen von Dilatächos Gehöft entlang zogen, schon nahe demselben. Die Alluvialfläche westlich dieses Flußbetts ist ziemlich eben und wird nur lokal von nach W. abgehenden Flußarmen zerschnitten.

Eine gleiche Alluvialebene dehnt sich zwischen Dilatächos Gehöft und dem Massubiadorf aus, wo wir am Abend lagerten. Das vorher erwähnte Flußbett wurde auf unserm Wege zweimal überschritten, war hier aber ganz trocken und mit dürrem Schilf erfüllt.

In dem Massubiadorf blieben wir den Vormittag über. Es liegt auf der Grenze zwischen altem veränderten und jüngst verlassenem Sumpfland. Ersteres besteht aus Rücken von weißem Flußsand mit Kameldornbäumen und

aus flußbettartigen Senkungen grauen, humosen Sandes, letzteres dagegen ist eine mit trockenem Schilf erfüllte und von einem Gewirr von Flußbetten durchschnittene Niederung. Der Boden ist grauer Schlamm. Die Flußbetten sind 2—3—4 m tief, steilwandig und von unregelmäßiger Breite und bilden durch zahlreiche Anastomosen ein Netzwerk. Die Zone trockenen Schilflandes mit diesen Flußbetten ist anscheinend mehrere Kilometer breit. Wild, namentlich Riedböcke und Pallaantilopen, ist zahlreich. In dem östlich folgenden Sumpfland leben noch massenhaft Flußpferde.

Der Massubiaert bezieht sein Wasser aus einem Brunnenloch, das in den Sand eines trockenen Flußlaufs gegraben ist. Innerhalb der Schilfflächen liegen seine ausgedehnten Felder von Hirse und Mais. Die Gemarkung, in der damals das Dorf lag, hieß J n k a n d a, der Häuptling Kitschána.

Am Nachmittag vor 1 Uhr brachen wir auf. Hinter dem Dorf passierten wir einige trockene Flußbetten, dann folgte eine Alluvialebene aus grauem Schlammboden mit Gras. Zuweilen traten flache, mit trockenem Schilf erfüllte Niederungen von rundlicher Form auf, sowie vereinzelte flache Rücken mit hohen Bäumen und Buschwerk.

Vor 3 Uhr änderte sich das Landschaftsbild völlig. Wir betraten ein Netzwerk von Niederungen und bewaldeten Rücken und Platten. Erstere sind grasige Ebenen von 100—200 m Breite mit Schlamm- und Sandboden, ohne tief eingeschnittene Betten, aber selbst anscheinend alte Flußbetten. Die Erhebungen dagegen bestehen aus hellem Flußsand und sind mit hohem Wald bedeckt. Die Sandplatten sind nur 2—3 m mächtig, erscheinen aber wegen des hohen Waldes viel höher (Blatt 19, Fig. 1).

Nach einer weiteren halben Stunde erweiterten sich die Niederungen zu breiten, mit Schilf erfüllten Tälern, in die auch 20—30 m breite und 3—4 m tiefe Flußrinnen eingeschnitten sind. In pfannenförmigen Vertiefungen stehen vereinzelt Wassertümpel. Abgeerntete Felder und verlassene Hütten wurden wiederholt passiert.

Bald nach vier Uhr zwang das Brechen eines Jochs zum Ausspannen. Glücklicherweise lag ein mit Schilfsumpf erfülltes Flußbett dicht vor uns, so daß es an Wasser nicht fehlte.

Während des Nachmittags streifte ich noch bis zur Dunkelheit in der Umgebung umher. Nach allen Seiten hin besteht das Land aus breiten Schilftälern mit eingeschnittenen Flußrinnen, umrandet von dichtbewaldeten Schilfplatten. Der Boden der Schilfflächen ist grauer sandiger Schlamm, in den Flußbetten weißer Sand und ebenso auf den Platten. Felder lagen in den Schilfflächen und waren z. T. gepflügt, die Ansiedlungen aber befanden sich im oder am Rande der Waldstreifen.

Während des folgenden Morgens (12. Juli) zogen wir 2 Stunden lang in einem System solcher breiten Talflächen mit trockenem Schilf und eingeschnittenen Rinnen, die bewaldete Inseln einschlossen, hin. Wiederholt drang aber der Weg in die Waldzone ein, die die Talfläche auf der Westseite umrandete. Dann durchquerte der Wagen tiefen weißen Flußsand mit undeutlichen Niederungen und Flußbetten. Nach 9 Uhr hielten wir wieder in dem Tal an einem Schilfsumpf, der R i e d b o e k v l e y.

Am Nachmittag verließ der Weg, nach S.W. abbiegend, das Schilftal und drang in die westliche Waldzone ein. Diese entpuppte sich als ein Gebiet aus hellem Flußsand mit Niederungen und rudimentären Flußläufen. Kameldornwald bildete vorwiegend die Vegetation. Nach $1^1/_4$ Stunden gelangten wir in ein von Norden kommendes, mit stehendem Wasser erfülltes, sehr deutlich begrenztes Tal, das wir überschritten und dem wir dann folgten. Es erweiterte sich bald zu einer breiten sumpfigen Ebene, die durch zahlreiche Arme mit dem östlich gelegenen Sumpfland zusammenhing. Binnen kurzem befanden wir uns wieder

in einem jüngst bloßgelegten Sumpfland mit Tälern, Waldinseln, Stromrinnen. Letztere enthielten z. T. fließendes Wasser, und zwar war die Richtung von O. oder N.O. nach W. resp. S.W., also aus dem Snmpfland hinans gerichtet. Auch Teiche mit stehendem Wasser wurden wiederholt passiert. Um halb fünf hielten wir am Beginn einer mit lichtem Busch und Grasflächen bestandenen flachen Sandplatte.

Während der letzten halben Stunde waren auf dem durchfeuchtetem Boden der Niederungen wiederholt Salzausblühungen vorgekommen, und auf den breiten Flächen nördlich des Lagers waren sie in ausgedehntem Umfang vorbanden. Der Boden ist grauer Sand, unter dem aber an einigen Stellen hellgraner Salzmergel zutage trat.

Während des nächsten Morgentreks (13. Juli) war von dem Sumpfland und den Flüssen nichts zu bemerken. Platten und Rücken aus hellem, lockerem Sand mit Kameldornbusch, offene Niederungen mit hartem, grauem, tonigem Sandboden und undeutliche Vertiefungen von der Form ehemaliger Flußbetten setzten eine ausgesprochene Steppenlandschaft zusammen, die in jeder Hinsicht ein Übergangsgebiet znr Kalahari genannt werden konnte. Die Vegetation war im wesentlichen die der Kalahari, in den Oberflächenformen machte sich aber die Zusammensetzung des Sumpflandes doch noch geltend, indem Platten und Rücken aus hellem, lockerem Sand mit flußbettartigen Niederungen aus grauem, hartem, humosem Sand abwechselten. Nur war alles viel undeutlicher, die Rinnen rudimentär und verwaschen, der graue Sand weniger bindig und humos. Etwa 20 Minuten vor dem Halt wurde ein deutliches, aber trockenes altes Tal passiert, dann nach einer neuen Zone der soeben beschriebenen Übergangslandschaft von Sumpfland nnd Steppe folgte ein neues, sumpfiges, breites Flußbett, in dem wir bielten (Blatt 10).

Das Flußbett geht nach Osten hin schnell in sumpfige Flächen und Flußarme über. Westlich unseres Lagers lag ein Viehposten des Batauana Sangkaua. Von dem Verwalter desselben, der uns aufsuchte, erfuhr ich, daß die alte Batauanahauptstadt Denokáning auf dem Nordufer unseres Flusses gelegen habe.

Nachmittags zogen wir teils durch ausgesprochenes Sumpfland, über breite, z. T. sumpfige Niederungen mit Flußbetten, die nach W. bin abfließendes Wasser hatten, teils über nach O. vorgeschobene Platten aus hellem Sand mit rudimentären Flußbetten. Vollständige Übergänge zwischen beiden Typen ließen sich erkennen. Vor dem Halteplatz traten auch Salzausblühungen in einer Niederung auf.

Am 14. Juli zogen wir 12 km lang durch eine typische alte Flußlandschaft, Sandrücken und -Platten getrennt durch ein Gewirr alter, z. T. recht rudimentärer Flußbetten und breiter Niederungen. Die Vegetation war hier noch gemischt. Kameldornwald herrschte vor, aber an den Flußrinnen fehlten doch Mokuschong, Mopororo, Motschaba, Motsibi u. a. nicht. Nach 8 Uhr passierten wir ein breites sumpfiges Flußtal, das nach O. hin in richtiges Snmpfland übergeht.

Wieder folgte eine Zone alter Flußlandschaft mit breiten grasigen Niederungen und undeutlichen Flußbetten zwischen bewaldeten Sandplatten, aber mit ausgesprochenerem Steppencharakter als früher. Nacb 9 Uhr zeigte sich links ein sumpfiges Flußbett, das in der Gemarkung ^{1}Kai liegt und in dessen Nähe wir lagerten, etwas östlich von Ssoknmis Viehkraal, an dem wir auf der Rückreise nach ^{1}Gam im März mehrere Tage lang den nenen Wagen erwartet hatten. Das Bett des ^{1}Kaiflusses ist 60—100 m breit, mit Schilf und Wasser erfüllt und geht in N.N.O.-Richtung in das Sumpfland über, aus dem es sein Wasser erhält. Im März standen dio Ebenen in der Umgebung des Flusses unter Wasser, und einige tiefe Sandpfannen, die damals mit Wasser gefüllt waren, lagen jetzt trocken.

Am 15. Juli brachte uns der Morgentrek nach einem Kraal in der Gemarkung Kobáug-^{2}ó. Das Land hatte den ausgesprochenen Charakter der toten Sumpflandschaft mit Rücken und Platten aus hellem lockeren Sand und

Niederungen mit grauem, hartem, humosem Sandboden. Die Vegetation ist die des Steppenwaldes — Vleybusch —, nicht die des Sumpflandes.

Die Sandpfanne am Kraal war trocken, ein kleines Brunnenloch in dem grauen Flußlehm nahe der Pfanne gab nur wenig Wasser, das den wenigen Bewohnern gerade genügte, während das Vieh einige Stunden weit nach Osten in einem Flußarm getränkt wurde. Deshalb blieben wir nicht hier, sondern treckten eine halbe Stunde weiter nach Rakinnanas Kraal in der Gemarkung Göö²du (Ochsenkopf).

Am Nachmittag brachte uns ein langer Marsch nach ¹Gau, der Batauanastadt. Der Charakter des Landes bleibt derselbe, alte verlassene Sumpflandschaft mit einem Gewirr von Flußbetten, die oft genug nur rudimentär und schlecht erkennbar, oft aber auch tiefe, mit trockenem Schilf erfüllte, noch ganz unzweifelhafte Flußbetten mit grauem Schlammboden sind. Felder lagen häufig in ihnen, verlassene Kraale, die während der Regenzeit bewohnt sind, daneben auf den Uferhöhen. Vor ¹Gau beginnen weite kahle Flächen aus grauem Schlammboden mit wenigen alten Rinnen, ähnlich wie in der Umgebung von Dilatächos Kraal.

2) Das Land zwischen der Reihervley und ¹Gau.

Bevor wir auf unserem Wege zum Ngami weitergehen, wird es zweckmäßig sein, die im Februar 1898 bereiste Strecke von der Reihervley bis ¹Gau näher kennen zu lernen.

Von ²Gabba kommend, erreichten wir bekanntlich am 21. Februar die genannte Vley. Westlich derselben ist das Land, wie wir gesehen haben, richtige Kalahari, d. h. es besteht aus rötlichem Sand mit Mochonono- und anderen Kalaharibüschen. Aber in dieses Sandfeld sind bereits Niederungen 1—2—3 m tief eingesenkt, die harten, grauen, tonig-humosen Sandboden haben und mit dichtem Vleybusch bis -wald erfüllt sind. Diese Niederungen haben anscheinend rundlichen Umriß, sind aber zuweilen auch langgestreckt und unregelmäßig, ihre Dimensionen sehr wechselnd, 200—300 Meter bis einen Kilometer und mehr. Wegen des dichten und zuweilen selbst für Fußgänger fast undurchdringlichen Busches vermieden wir sie ängstlich und suchten selbst mit Umwegen an ihnen mit dem Wagen vorbeizukommen.

Bevor man die Reihervley erreicht, ändert sich das Landschaftsbild. Flußbettartige Senkungen mit grauem harten Sandboden und Sandpfannen, niedrige Rücken und Platten setzen das Sandfeld zusammen. Die Vegetation wird ausschließlich Vleybusch, als Vertreter der Flußvegetation treten aber gewaltige Kameldornbäume (Mochoto) auf, wie am Botletle und dem Tauchegebiet. Dagegen fehlen noch gänzlich typische Sumpflandbäume.

Am 22. Februar verließen wir nachmittags die Reihervley und zogen in dieser Landschaft weiter. Ein Gewirr deutlicher und undeutlicher Flußrinnen wurde überschritten, dann eine breite Platte mehr rötlichen Sandes mit Vleybusch und Kalaharibusch. Das System von Flußbetten blieb südlicher liegen. Wir erreichten es aber wieder an der Gemsbockvley, die in einem breiten Flußbett gelegen ist.

Bis zum 24. Februar, wo wir Harrys Kraal erreichten, blieb das landschaftliche Bild im wesentlichen das gleiche. Flußbetten, Niederungen, Sandplatten, z. T. aus rötlichem Sand mit Mochononobusch, wechselten ab, Sandpfannen mit Wasser und alten Viehposten waren häufig.

Zwanzig Minuten hinter Harrys Kraal passierten wir 2 Flußarme mit Wasser, in der Gemarkung Kúbu Kúbug. Es folgte nun ein unendlich kompliziert zusammengesetztes Land. Rücken und Platten aus hellem Sand zwischen unundeutlichen Rinnen und Niederungen mit grauem, schlammigem Sandboden wechselten beständig. Die Vegetation war dichter und üppiger als vorher in

dem Vleygebiet westlich Harrys Kraal, ein Gemisch von Vleybusch und Flußvegetation. Schließlich kamen wir nach langsamem Trek auf ausgedehnte, von Wald umrahmte Grasflächen mit grauem, schlammigem Sandboden. In dieser Ebene lagerten wir.

25. Februar. Bald hinter dem Lager passierten wir den bekannten Kraal Ssekumis mit 200—300 Stück Rindern in der Gemarkung 'Kai. Dann folgte wieder ein Gewirr von undeutlichen Flußbetten und Platten, deren genaue kartographische Aufnahme des raschen Wechsels wegen bei schneller Durchreise kaum möglich war. Alte Felder und Gehöfte wurden einmal passiert. Schließlich hielten wir an einem Gehöft mit Feldern und der erwähnten Vley in der Gemarkung Kobáng-²e.

Um halb zwei Uhr ging's weiter, immerfort durch alte Flußlandschaft mit Niederungen und Flußbetten, in denen vielfach Felder lagen. Gehöfte waren damals in der Regenzeit zahlreich. Charakteristisch für die angebauten Gegenden sind abgestorbene und halbverbrannte Kameldornbäume, die letzten Zeugen der ehemaligen Uferwälder, die durch Abbrennen vernichtet worden sind. Nach 4 Uhr hielten wir in der Nähe einer Ansiedlung, eine Stunde von 'Gau entfernt, das wir am nächsten Morgen erreichten.

3) 'Gau und der Ausflug nach Mokwátes Dorf.

Die Stadt 'Gau, die 2000—3000 Einwohner haben mag, liegt auf einer Sandplatte, die 2—3 m über einer Ebene grauen Sandes ansteigt und nach S. hin spitz ausläuft. Nach W. geht sie in ein waldiges, hügeliges Land über, d. h. Sandplatten, Niederungen und Flußbetten. Etwa 800 m östlich der Stadt beginnt ein ausgedehnter Sumpf mit Schilf und Papyrus, durchzogen von einem Gewirr von Flußarmen. Zum ersten Mal seit der Gegend von Makaus und Maschabes Gehöften tritt der von N. kommende Reisende an das frischgrüne, ich möchte sagen „lebende“ Sumpfland, im Gegensatz zu der verlassenen, trockenen, abgestorbenen und in Steppenland übergehenden Randzone. Vergeblich machte ich den Versuch bei meinem ersten Aufenthalt Ende Juni 1897 nach Osten hin in das Sumpfland vorzudringen. Sumpfige Flußbetten und Niederungen hinderten bald den Fuß. Soviel konnte man indes mit Sicherheit erkennen, daß Niederungen mit grauem, schwärzlichem, tonig-sandig-schlammigem Boden, erfüllt mit Schilf und Papyrus, von tiefen Flußbetten durchschnitten werden, in denen eine Strömung kaum bemerkbar war. Herausragen aber Sandinseln mit dichtem Wald typischer Flußuferbäume, besonders Mokuscheng. Das Sumpfland hat also völlig die Beschaffenheit des trockengelegten Gebiets südlich der Massubiastadt.

Am 1. Juli 1897 machten wir einen Ausflug nach Mokwates Dorf, ca. 18 km nordöstlich von 'Gau. Anfangs führte der Weg über breite grasige Ebenen mit grauem, schlammig-sandigem, hartem Boden. Niedrige Rücken aus hellem Sand ziehen sich gelegentlich durch und sind mit Wald bestanden. Phoenix reclinata — Tsaro — ist hier sehr häufig und bildet Gruppen und dichtes Gestrüpp. Der Tauchesumpf weicht nach S.O. zurück, nähert sich aber nach 9 km plötzlich dem Weg, so daß der hohe Uferwald der Tauchearme und -Inseln nur einige hundert Meter abseits liegt. An dieser Stelle gehen nacheinander vier in die Ebene eingeschnittene Flußarme von dem Sumpfland in westlicher Richtung ab, deren Wasser aus dem Sumpfland stammt. Zweifellos gehen diese Arme in das Netzwerk alter, z. T. undeutlicher Flußbetten über, die zwischen 'Gau und Rakinnanas Kraal liegen. Die Gemarkung im Bereich dieser sich abzweigenden Arme heißt Merúpi (Trommel). Hier lag ein Viehkraal Ssekumis mit zahlreichen Feldern in trockenen Flußarmen.

Jenseits des vierten Arms beginnt aber ein plötzlicher Wechsel in der Landschaft, nämlich ein welliges Sandland mit Kalaharibusch — Mechenene, Mohata,

Mochailechaile, Mossn, Motswore, — und typischen Flußbäumen, wie Mokuscheng, Motschaba, Motsibi u. a.

Dieses Sandfeld geht bis in die Nähe von Mokwates Dorf. Etwa 300 m vor demselben kreuzt ein tiefer Flußarm den Weg, den wir mit unserem Wagen nicht passieren konnten, wir schlugen deshalb vor demselben unser Lager auf.

Mokwates Dorf liegt am Rande eines ausgedehnten Sumpflandes, ja schon mehr innerhalb desselben auf einer Sandinsel. Ein bedeutender Arm des Tauche liegt nördlich des Dorfs, und zwar kommt er aus nordwestlicher Richtung, biegt dann nach Süden und weiterhin nach W.S.W. um. Durch seinen hohen breiten Uferwald war er erkennbar, aber seine Wasserfläche selbst nicht erreichbar, weil ausgedehnte überschwemmte Grasebenen zwischen ihm und Mokwates Insel lagen. Da es Juli war, rührte das Wasser jedenfalls von der damaligen Hochflut her, während die Schilfmassen, die noch vor dem Wald liegen, die Grenze des dauernden Sumpflandes anzeigen dürften. Am Nachmittag des folgenden Tages kehrten wir dann nach ¹Gau zurück.

4) Das Land zwischen ¹Gau und dem Ngami.

Fünfmal im ganzen habe ich den Weg zwischen ¹Gau und Maschabing zurückgelegt. Deshalb sei hier kein Itinerar, sondern ein zusammenhängender Überblick über das zu behandelnde Gebiet gegeben.

Von ¹Gau aus wendet sich der Weg zunächst nach ²Dobo, der westlichsten Ecke des Sumpflandes, das etwa 2 km weiter südlich überhaupt endet. Er führt durchweg durch hohen Wald, hauptsächlich aus Kameldornbäumen, aber auch typischen Flußbäumen. Von ²Dobe ab führt ein breiter Wagenweg ziemlich geradlinig nach der alten Stadt Naka a letschwi, die im Mai 1897 wegen Wassermangel verlassen werden mußte. Das Land besteht (Blatt 19, Fig. 2) aus weiten grasigen Ebenen mit grauem Schlammboden, die von 2—4 m hohen bewaldeten Platten eingefaßt werden. Kleine Inseln von Palmen und Baumgruppen sind in den Ebenen häufig. Die Platten bestehen aus Quarzsand mit weißem Kalkstaub. Unter der nur 60—100 cm mächtigen Schlammschicht der Ebenen liegt überall weißer Sand.

Die alte Stadt Naka a letschwi*) liegt auf einer der beschriebenen Platten, im Osten und Süden von Ebenen umschlossen. In denselben war, als die Stadt im Jahre 1893 gegründet wurde, reichlich Grundwasser in Brunnen zu finden; es nahm aber so schnell ab, daß die Stadt bereits 1897 verlegt werden mußte.

Von Naka a letschwi durchquert man in S.S.O.-Richtung eine Ebene mit wenig Baumwuchs. Meist geht's auf den Platten hin, in die Flußbetten eingeschnitten sind, weniger über Niederungen mit Schlammboden. Nach ca. 4½ km ändert sich aber das Bild. Von Osten her nähert sich dem Weg eine weite, mit trockenem Schilf bedeckte Niederung, die auf der Westseite von einer 4 m hohen Platte aus hellem Sand begrenzt wird. Der Rand dieser Platte ist von vielen Einschnitten durchfurcht, über die der Weg hinweggeht. Nach Ablauf des ersten Drittels der Strecke Naka a letschwi—Maschabing endet sie plötzlich, indem sie nach Westen hin abbiegt. Sie besteht an ihrem Südende aus mürbem Kalksandstein. Unter einer 5—10 cm mächtigen Decke grauen Sandes mit Gras liegt nämlich heller kalkreicher Sand mit höckerigen, unregelmäßig geformten, bis faustgroßen Kalkknollen, anscheinend konkretionären Bildungen. Es ist lediglich ein kalkarmer mürber Kalaharikalksandstein, der auch die charakteristischen Gastropodenschalen enthält. Etwas westlich dieser Stelle, an dem alten Wege nach Donokaning, lag der Wasserplatz, den *Schinz* Makuba Vley genannt hat.

Südlich dieser Kalksandsteinplatte beginnt eine Niederung mit grauem Schlammboden. Ein Flußbett, dessen Tiefe ca. 4 m beträgt und dessen Breite

*) = Horn des Letschwi (Tragelaphus).

zwischen 40 und 15 m schwankt, ist in dieselbe eingeschnitten. Einzelne reihenförmige niedrige Sandhügel mit hohen Palmen ragen aus ihr auf. Nach Osten hin dehnt sich diese Ebene, z. T. mit trockenem Schilf bestanden und von Flußbetten durchfurcht, weit aus, während sie im Westen durch Palmenwälder und dunkle Baumlinien abgeschlossen wird.

Der graue Schlammboden der Ebene ist nur $1/2$ m mächtig, sehr staubig und reich an Pflanzenasche, die von verbranntem Schilf herrührt. Jeder Windstoß wirbelt unter den Füßen der hier zahlreichen Springbockherden gewaltige Staubwolken auf, Wagen, Tiere und Fußgänger werden bei der Fahrt über diese 6 km breite Fläche schwarz, wie berußt.

Nach Süden zu machen breite, bewaldete Sandflächen der staubigen Ebene ein Ende. Diese Sandflächen bilden 3—4 m hohe Platten aus hellem, losem Flußsand mit Steppenwald, vorzugsweise Kameldornbäumen. Die Fahrt über sie ist für die Tiere sehr beschwerlich, und mit Freude betritt man die wenig umfangreichen Niederungen und trockenen alten Flußläufe, die mit grauem, hartem Boden den losen Sand durchfurchen. Diese Landschaft hält bis zu dem neuen Lager in Maschabing an, das in der Nähe eines der Arme liegt, mit denen der Tauche noch vor 12 Jahren in den Ngami mündete.

Das Flußbett hat hier 30—40 m Breite und besitzt eine ausgeprägte Längsstufe. Der Sand ist hell und kalkreich, enthält daher konkretionäre Kalkknollen. Sein Bett nimmt nach dem See zu an Breite ab (20 m), schließlich teilt es sich in mehrere 6—8 m breite Arme.

An dem Lager hat man in dem Flußbett einen Brunnen gegraben, der in 7 m Tiefe reichlich Wasser gibt. Es ist etwas salzig und kommt aus losem Flußsand, so daß der Brunnen infolge Versandung beständig gereinigt werden muß.

Eine Zone tiefen weißen Sandes hat man noch zu überschreiten, um den alten Boden des Ngamisees zu betreten. Die Sandmassen steigen vom See her langsam, 10 und mehr Meter über das Seeniveau an.

Bevor wir zur Beschreibung des Ngami selbst kommen, wollen wir noch einen Blick auf das Land zwischen ¹Gau und Toting werfen, das ich selbst nicht kennen gelernt habe.

Von ¹Gau aus geht der Weg zunächst nach ²Dobe, dann weiter nach Süden bis zu dem Wege, der von Naka a letschwi über Kukus altes Gehöft zu dem Maimoter-Arm führt. Dieser enthielt zu meiner Zeit kein Wasser mehr. Bis zum Mavonu ist das Land ehemaliges Sumpfland mit alten Flußarmen und Alluvialebenen. Dann aber beginnt tiefer weißer Flußsand mit lichtem Kameldornwald, der Schrecken aller Reisenden. Der Weg erreicht den Ngamisee westlich von Toting.

Etwa 5 km nördlich von Maschabing blieb ich im Juli 1897 mit dem Wagen liegen, weil die Maultiere über Nacht fortgelaufen waren. Auf der Suche nach ihnen kam ich ca. 6 km nach Osten. Das Land bestand aus einer Ebene mit grauem, staubigem Schlammboden, die von einem Netzwerk von Flußbetten durchschnitten wurde. Auffallend war es, daß die Betten nicht selten plötzlich endeten und wieder begannen, und daß lokal tiefe Becken und Pfannen ausgewaschen waren. Rücken und Flächen aus hellem Sand mit Steppenwald traten wiederholt auf, dagegen fehlten alle Anzeichen von Wasser. Schilf trat wohl auf, aber es war gelb, trocken, tot.

5) Der Ngamisee.

Im April 1897 zog ich zum ersten Mal auf der Südseite des Sees entlang nach Bolibing, auf der Rückkehr aus dem Chansefeld (25. Juni 1897) aber auf dem Westufer nach Maschabing. Die Reise auf dem Nordufer von Maschabing nach Toting habe ich im Juli 1897 zum ersten Mal, dann im folgenden Jahr noch dreimal gemacht, während die Südseite im August und September 1898

genauer aufgenommen wurde. Ich hatte also Gelegenheit, den See eingehend zu untersuchen.

Der See hat die Form eines spitzen Dreiecks, dessen spitze Ecke im N.O. liegt, die beiden weniger spitzen im S.W., resp. W.S.W. Indes sind die Seiten nicht gerade. Die Südseite ist nach S. hin leicht ausgebogen, die Nordseite gleicht einer Welle — ein Tal und zwei Berge —, die Westseite ist nach W. ausgeschweift. Mißt man die Seiten als gerade Linien ohne Rücksicht auf die Ausbiegungen, so sind die beiden langen Seiten annähernd 45 km lang, die kurze 17 km. Der Inhalt ist also ungefähr 650 qkm. Dabei ist als „See" gerechnet werden die Schilfmasse, die der letzten Wassermasse und ihrer Begrenzung entsprach.

Der See enthielt zur Zeit meiner Anwesenheit kein Wasser mehr. Er war eine ausgedehnte Schilffläche, der Boden aber lockere Asche, die zwischen den Schilfkampen so hoch aufgehäuft lag, daß man schon nahe dem Schilfrande knietief einsank.

Das Südufer haben wir als einen äußerst kompliziert zusammengesetzten Plateaurand bereits kennen gelernt. Er tritt nicht direkt an den „See", sondern eine Zone alluvialer Ablagerungen schiebt sich in wechselnder Breite dazwischen. Das West- und Nordufer sind ganz flach ansteigende alluviale Ebenen.

Bei der Abgrenzung des Ngami haben wir aber nicht nur die Seegrenze, d. h. den Umriß des letzten Wasserstandes, sondern auch die Abgrenzung der jüngeren alluvialen Bildungen überhaupt ins Auge zu fassen. Für diese bildet das Südufer mit seinem Grundgestein und den Deckschichten die Grenze. Nördlich des Ngamiflusses finden wir dagegen ein Plateau, das ausschließlich aus Kalaharikalk und -sand aufgebaut ist. Im Westen enden die jungen Alluvien an dem Kalaharikalk der Matanyaebene resp. an dem an Chalcedonsandsteinstücken reichen Wall auf ihrer Ostseite. Diese der östlicheren Platte aus Kalaharikalk entsprechende Fläche von Kalksandstein bildet auch die Kalkebene 12 miles westlich Maschabing, und von demselben Alter ist der gastropodenhaltige Kalksandstein südlich von Naka a letschwi, am Nordrand der großen Ebene mit Schlammboden.

Nach Norden hin findet anscheinend keine Abgrenzung der Alluvien statt, diese gehen in das Sumpfland über.

Die Ablagerungen dieses Beckens sind folgende:

4) Asche.
3) Schlamm.
2) Flußsande.
1) Salzmergel.

1) Der Salzmergel ist nur an einer Stelle beobachtet worden, nämlich in den Brunnenlöchern des alten Lagers in Maschabing. Die Brunnen (Blatt 19, Fig. 3) lagen in hellem Flußsand einige hundert Meter nördlich des Schilfrandes und etwa 2 m höher als das Niveau der Schilffläche.

Oben. a) 0.50 m hellgrauer Sand voller Wurzellöcher und Wurzeln.
b) 0.18 m graubrauner, unten rotgelber Sand.
c) 0.50 m grauer Sand mit bis erbsengroßen Kalkknollen und Wurzellöchern.
d) 0.30 m gelbbrauner Sand mit Kalkknollen.
e) 3.00 m weißer Sand mit Kalkknollen,
f) in ihm mehrere feine schwarze humos-tonige Lagen.
g) 0.50 m aufgeschlossen hellgrauer bis gelblichweißer salzhaltiger Kalkmergel, sehr fein, mit senkrecht orientierten, vielfach verzweigten Röhren, die mit bläulichgrauem Sand ausgefüllt sind.

a—d umfassen die Vegetationsschicht.

Der Kalkmergel ist lediglich ein feiner, salzhaltiger, sandarmer Kalkschlamm,

der dem Salzmergel des nördlichen Beckens sehr ähnelt; nur ist er ärmer an Sand. Schwerlich ist er eine lokale Bildung, sondern eine ausgedehnte Ablagerung. Der Salzgehalt des Brunnenwassers in Maschabing, sowohl bei dem neuen wie dem alten Lager, ist wohl der Anwesenheit dieses Salzmergels zuzuschreiben, der die undurchlässige Schicht bilden dürfte. Die jüngeren Alluvien sind anscheinend nicht salzhaltig, denn die in ihnen liegenden Brunnen der Südseite haben nur süßes Wasser.

2) Die *Flußsande* umrahmen den See in einer mehr oder weniger breiten Zone. Es sind an der Oberfläche weißliche bis hellgraue Quarzsande mit kleinen Partikeln von Feldspat, Epidot, Chalcedon, Glimmern, namentlich in der Nähe anstehender Gesteine des Südufers. In dem Brunnenloch von Maschabing bilden sie die ganze über dem Salzmergel befindliche Sandmasse. Dieses Profil zeigt einmal, daß sie in Form von Kalkknollen Kalk enthalten, der jedoch den obersten Schichten wohl infolge von Auslaugung fehlt. Auch auf der Südseite des Ngami ist der Sand oberflächlich kalkfrei, in der Tiefe dagegen kalkhaltig; das zeigt der aus tiefen Erdferkelbauten stammende Sand. Sodann aber sind in ihn humose, tonige, z. T. eisenschüssige Bänder eingelagert, die als ehemalige Schlammablagerungen zu erklären sind.

Die Flußsande bilden eine breite Zone auf der Nordseite des Sees, nämlich das Sandfeld, das man auf dem Wege von Naka a letschwi nach Maschabing, resp. Toting, durchquert, sowie den Sandwall, der die Matauyaebene mit dem südlichen Plateaurand verbindet. Westlich dieser und der Route Maschabing bis Naka a letschwi dürften sie in den Kalaharisand übergehen. In der alten Lagune westlich von Yautsa, also in dem Mündungsgebiet des Teö, begannen schon rötliche Sande.

Auf der Südseite des Ngami zieht sich eine Zone weißer Flußsande zwischen dem Plateaurand und dem Seeboden hin. Sie enthalten in der Tiefe viel Kalk. An dem Plateaurand sind sie durch die Winde empergeblasen worden und vermischen sich mit dem roten Kalaharisand. In der östlichen Hälfte formen sie z. T. Lagunenwälle, den Einmündungen alter Flüsse gegenüber. Der Sand dieser Wälle ist häufig so kalkreich, daß man daran denken könnte, ein Gerüst aus mürbem Kalksandstein (Kalaharikalk) bilde ihren Kern. Anbetracht der Tatsache, daß Kalksandstein als durchbrochener Wall in einzelnen Inseln die Lagune von Toting abschließt, wäre eine solche Annahme für die etwas westlicher gelegenen Wälle nicht unwahrscheinlich, zumal hohe Termitenhügel aus weißer Kalkerde mit Vorliebe auf ihnen stehen.

In dem Bett des Ngamiflusses zieht sich der Flußsand an den Ufern der eigentlichen Rinne, z. T. auch in der Rinne selbst, entlang. Stellenweise, z. B. bei dem alten Lager von Maschabing, hat der Sand eine gelbbraune Farbe, völlig gleich den eisenreichen Sanden des [2]Kungfeldes, z. B. bei Jil[2]noa.

3) Die *Schlammablagerungen* nehmen in dem Gebiet der Flußarme südlich des heutigen Sumpflandes und am Ngami selbst ein beträchtliches Gebiet ein. Der Schlamm hat im Gebiet der Flußläufe eine graue bis schwärzliche Farbe und besteht aus einem Gemisch von Sand und vegetabilischem Detritus — *Flußschlamm*. Sein Gehalt an Tonerde ist wahrscheinlich stets, sein Gehalt an Kalk wohl meist gering. Er bildet südlich der Kalksandsteinplatte in der Ebene, die man auf der Straße von Maschabing nach Naka a letschwi passiert, eine 30 cm dicke Decke über dem Flußsand.

Der Schlammboden der Flußarme zieht sich bis zu dem Ngamisee entlang und geht hier in eine andere Schlammart über, die *Beckenschlamm* genannt werden mag, im Gegensatz zu dem Flußschlamm. Der Beckenschlamm ist in trockenem Zustand eine schwärzlichgraue Masse, die hauptsächlich aus zersetzten Pflanzenresten besteht. Sand, Tonerde und sonstige mineralische Beimengungen treten zurück. Deshalb ist das spezifische Gewicht gering. Eisenhydroxyd bildet

stellenweise feine Überzüge auf den Schichten des Schlammes. Es ist sicherlich auf der Oberfläche des Seebodens wohl unter Beihülfe von Leptothrix-Arten ausgeschieden worden.

Der Schlamm nimmt das Becken des Ngamisees ein, und da er zweifellos eine Ablagerung in dem See selbst gewesen ist, bezeichnet seine Grenze auch die Grenze des ehemaligen Sees. Der See reichte früher viel weiter westlicher, nämlich bis an den Sandwall der Matanyaebene.

Die Mächtigkeit des Schlamms ist sehr wechselnd (Blatt 19, Fig. 4). Auf der ganzen Nordseite beginnt er als dünne Decke, so dünn, daß die wühlenden Tiere sie allenthalben durchbrochen haben. Auf der Südseite besitzt er dagegen eine erhebliche Mächtigkeit, und zwar nimmt dieselbe von O. nach W. zu (Fig. 5). In dem Brunnen I (Blatt 4) ist der Schlamm etwa 1 m mächtig, im Brunnen II $1^1/_2$ m, in Ssepotes Dorf $2^1/_2$ m, in Tsillinyana 3 m, überall über weißem Flußsand. Bei Litutwa geht das Brunnenloch $4^1/_2$ m durch Schlamm, dann folgt grauer Sandstein der Rengakaschichten. In Bolibing wurde der Brunnen bis auf 7 m vertieft, aber die Schlammablagerung doch nicht durchsunken.

In dem gleichen Maße, wie der Schlamm nach W. hin an Mächtigkeit zunimmt, sinkt der Grundwasserspiegel. Das Brunnenwasser beginnt bei Bolibing in 5 m, bei Litutwa in 4 m, beim Brunnen II und I in $1^1/_2$ resp. 1 m Tiefe. Die Ablagerungen schwellen also wohl nach W. hin an, der Seeboden fällt wohl nach O. leicht ab und daher auch die breite Austrocknungszone im Westen.

Stellenweise, z. B. zwischen Brunnen I und II, enthält der Schlamm oberflächlich zahlreiche Kalkknollen. Es mögen Konkretionen in dem trockengelegten Schlamm sein, und der Kalk mag von dem Kalaharikalk des nahen Ufers stammen. In dieser Gegend beobachtete ich auch einmal harten gelblichweißen Kalkschlamm, wohl eine lokale Bildung über dem grauen Schlamm, zwischen dem er auf gleichem Niveau lag.

An anderen Stellen, und zwar nicht selten, ist der Schlamm harter, roter „gebrannter Ton". Es ist tatsächlich gebrannter Schlamm, gebrannt durch die Schilfbrände, die man in den Schilfsümpfen anzufachen pflegte behufs Anlage von Feldern.

Der Schlammboden grenzt oberflächlich stets an den hellen Flußsand, bildet aber selten eine scharfe Grenze gegen diesen, vielmehr verbindet eine Übergangszone beide. In dieser Zone liegt ein Gemisch von Sand und Schlamm, nämlich ein grauer, humoser, an Vegetabilien und Asche reicher Sand. Diese Übergangszone ist auf der Nordseite mehrere hundert Meter breit, auf der Südseite schmal, außer in Buchten, die in den Sand eingreifen.

In den Lagunen der Südseite und in dem Tal des Ssiróe-Flusses bildet grauer sandiger Schlamm bis schlammiger Sand den Boden, wie in dem Gebiet der trockenen Flußläufe.

4) Die A s c h e n a b l a g e r u n g e n bedecken den Boden des Sees, der bis zu seinem Austrocknen mit Sümpfen erfüllt war. Diese jüngste Ablagerung besteht aus der grauen, feinen, staubigen Asche des Schilfs, das seit vielen Jahrzehnten, vielleicht Jahrhunderten beständig abgebrannt worden ist. Die an Kieselsäure reiche Asche hat sich zwischen den Kampen des Schilfrohrs angehäuft, und bei jedem Schritt sinkt man tief ein. Das Gehen in diesem Aschen-Schilfboden ist ebenso anstrengend, wie gefährlich, da man in der losen Asche versinkt, wenn man sich zu weit in den „See" hineinwagt. Während des letzten Stadiums des Sees haben der Tauche, Ssiróe und Ngamifluß anscheinend wenig mechanisches Sediment mitgebracht, die Ablagerungen aus faulenden und verbrannten Pflanzen allein schlugen sich nieder. Zwischen diesem Sediment schoben sich aber die Rohrwurzeln in Form von Säulen immer höher empor, so daß sie einen und mehr Meter Höhe erreicht haben. Das kann man im Ngamifluß an seiner Mündung in den See sehr wohl beobachten. Dort bilden die Rohrstümpfe ca. $^3/_4$—$1^1/_2$ m

hohe, $^1/_2$—3 m breite rundliche Säulen, zwischen denen ein Netzwerk von Gängen entlang führt. Diese Gänge waren einst mit Asche ausgefüllt, letztere ist jetzt aber durch Wind und spülendes Wasser entfernt werden, und die kahlen häßlichen Wurzelstümpfe stehen bloß da. Ebenso ist die Aschen-Schilf-Ablagerung des Ngami gebaut; das muß jedem klar werden, der einmal hüftentief in der lockeren Asche zwischen den Rohrkampen herumzuwaten versucht hat.

Dieser Ablagerungen wegen war die Oberfläche des Sees lange Zeit hindurch unzugänglich. Allmählich bahnten aber die Eingeborenen schmale Pfade durch das Schilf, weil sie die Wurzeln einer bestimmten Schilfart ausgraben, zu Mehl verarbeiten und als Brei genießen. Im Jahre 1897 soll man bereits von Rengaka aus quer durch den See gekommen sein.

Die Vegetationsverhältnisse waren folgende.

Die von den alten Tauchebetten durchzogene Ebene nördlich des Ngami war sehr kahl. Die Uferwälder, die früher zweifellos die Betten einrahmten, sind verschwunden, wahrscheinlich ganz wesentlich unter der Beihülfe des Menschen. Das Abbrennen des Waldes behufs Anlage von Feldern spielte wohl die Hauptrolle. Daneben das Holen von Brennholz, das schon zu *Anderssons* Zeit knapp war. Die Niederungen in dieser Alluvialebene sind streckenweise mit trockenem Schilfrohr erfüllt.

Mit Bäumen oder selbst Wald — hauptsächlich Kameldorn — sind nur die flachen Erhebungen aus weißem, losem Flußsand bestanden, die innerhalb des Schlammgebiets häufig und in wechselnder Größe auftauchen. Auf der Karte sind diese nur an der Route selbst eingetragen worden.

Die breite Sandzone nördlich des Sees ist lediglich eine geschlossene, ausgedehnte Masse desselben Sandes und mit demselben Wald bestanden. Sie umrahmt den alten Seeboden auch im Westen auf dem Lagunenwall und im Süden auf dem Küstenstreif. Der Ngamirumpf selbst trägt dagegen dichten Buschwald aus Bäumen des Vleybusches und der Kalahari gemischt.

In der Zone des Beckenschlamms besteht die Vegetation aus niedrigem Gras. Melonen — Mekate und Makapana — finden sich in enormer Zahl und sind die Ursache für den immer noch erheblichen Wildreichtum dieser Gegend. Während der Trockenzeit tritt auch der kahle schwarze Boden streckenweise zutage, und Schilfrohr beginnt dünngesät schon vor dem Erreichen der eigentlichen Schilf-Aschenzone.

Die letztere besteht vorwiegend aus Schilf (Phragmites). Zweifellos würde der Botaniker noch viele interessante und mannigfaltige Pflanzen hier finden, allein der Zahl nach übertrifft das Schilfrohr alle anderen Gewächse.

Die Tierwelt ist reich an großen Säugetieren. Herden von Springböcken und Gnus, einzelne Kudus, Riedböcke, Pallas, selbst Giraffen und Zebras werden häufig angetroffen. Löwen finden sich am Ende der Trockenzeit regelmäßig ein; sie sollen aus dem westlichen Sandfeld kommen. In dem Seeboden leben in zahlloser Menge Erdeichhörnchen, Mäuse, Ameisen und Termiten, deren enorme Wichtigkeit wir bald kennen lernen werden. Die Conchylien sind zweifellos längst ausgestorben, allein Schalen von Melania tuberculata, Succinea arborea, Physa parietalis, Planorbis salinarum, Ampullaria occidentalis, Unio kunenensis bedeckten damals lokal in großer Menge den alten Seeboden.

Seit meiner Anwesenheit am See vollzogen sich vorübergehend erhebliche Veränderungen. Im Jahr 1899 kamen so gewaltige Wassermassen den Okavango herab, daß der Ngami ganz oder teilweise wieder gefüllt worden ist. Wieder lärmten Tausende von Wasservögeln am Ufer, wieder belebten Herden von Flußpferden den Seespiegel, und an den Gestaden des neuen Sees erhoben sich wieder die Dörfer der Eingeborenen, die in dem nassen Sumpfboden nach Abbrennen des Schilfs ihre Felder anlegen wollten. Das Wasser drang bis in die Gegend von Litutwa nach Westen vor, es kam aus dem Ssiröë und Tamalakane.

Am Ende des Jahres aber war der See bereits verschwunden, nur Sümpfe zeigten die letzte Überschwemmung an, und bis jetzt ist er nicht wieder gefüllt worden.

II. Übersicht über die Beobachtungen.

Betrachten wir nun zunächst einmal die Ergebnisse der Beobachtungen im Tauchegebiet.

1) Die Ablagerungen.

Die Sedimente, welche das Sumpfland zusammensetzen, zerfallen in zwei scharf geschiedene Gruppen, den Salzmergel und die Flußalluvien.

Der Salzmergel ist, das zeigt sein Salzgehalt, eine Salz- resp. Brackwasserbildung, die Flußalluvien sind dagegen Süßwasserbildungen.

a) Der Salzmergel.

Der Salzmergel ist seiner petrographischen Beschaffenheit nach ein feiner Kalkschlamm mit mehr oder weniger Sand und Salzen, wahrscheinlich Sulphaten und Chloriden der Alkalien und alkalischen Erden. Auffallend sind die vertikal gestellten Sandröhren. Da, wo die Uferwände eines Flußbettes aus Salzmergel bestehen, wird dieser Sand häufig ausgewaschen, so daß jene ein löcheriges zerfressenes Aussehen erhalten. Wo ihn Sand von geringer Mächtigkeit bedeckt — d. h. wahrscheinlich etwa bis zu einem Meter — blüht das Salz in weißen Rinden auf der Oberfläche aus. Der Salzmergel ist eine Ablagerung in dem Okavangobecken. Wir sahen, daß er wahrscheinlich vom Okavange oberhalb Andara ausgehend unter dem Sand des ²Kungfeldes zum ²Kaudum und zum Tauchesumpfland durchstreicht. Sodann ist er mit Sicherheit in dem Gebiet nördlich von Denokaning nachweisbar und schließlich auf der Nordseite des Ngami selbst. Höchstwahrscheinlich bildet er also eine mehr oder weniger zusammenhängende Ablagerung.

b) Die Alluvien.

Die Flußablagerungen über dem Salzmergel setzen sich aus 5 verschiedenen Gliedern zusammen.

α) Die weißen Flußsande.
β) Die grauen Flußsande.
γ) Die schlammigen Sande, resp. der sandige Schlamm.
δ) Der Beckenschlamm.
ε) Die Aschen-Schilfablagerung.

α) Die weißen Flußsande sind helle reine Quarzsande, die nur wenig vegetabilische oder tonige Beimengungen enthalten, dagegen an Kalkstaub und -knollen, in der Tiefe wenigstens, reich sein können. Sie finden sich vom Beginn des Sumpflandes bis zum Ngami und bilden einmal ausgedehnte Sandflächen, die wellig sind, sodann Sandinseln und lange Wälle an Flußläufen.

β) Der graue Sand ist an vegetabilischen und tonigen Substanzen reicher als der weiße; daher seine graue Farbe. Ein wesentlicher Unterschied gegen jenen ist seine Lagerungsform. Er bildet nämlich niemals Erhebungen, Platten oder Inseln von lockerem Sand, sondern im Gegenteil Niederungen mit hartem Boden, die von Erhebungen des weißen Sandes umgeben oder wenigstens begrenzt werden. Sein Verbreitungsgebiet ist das seit längerer Zeit trockengelegte Gebiet westlich des noch wasserführenden Sumpflandes.

γ) Die sandig-schlammigen Ablagerungen entstehen aus dem grauen Sand durch reichlicheres Auftreten der den Schlamm bildenden Stoffe, also zersetzte Vegetabilien und Tonerde. Letztere ist wahrscheinlich nicht in übermäßiger Menge vorhanden. Dieser sandige Schlamm lagert sich in Schilf-

sümpfen und wohl auch in den Teichen innerhalb des Schilfs ab. In dem trockengelegten Sumpfland sind die Ebenen, die er bildet, häufig auf weite Strecken hin mit Schilf bestanden, das aber bei längerer Dauer des Trockenliegens allmählich verschwindet. Die Mächtigkeit des Schlamms ist nicht immer erheblich. An den Tauchebetten nördlich des Ngami beträgt sie nur 0.30—1.00 m. In dem Gebiet südlich des Schadum tritt dieser Schlammboden zwar überall auf, aber leider finde ich in meinen Aufzeichnungen nirgends eine Notiz über seine Mächtigkeit. Wenn mich die Erinnerung nicht täuscht, so lagert er auch zwischen dem Schadum und dem Nachtlager 12./13. September in den Flußbetten als eine ziemlich starke Schicht über weißem Sand.

δ) Der Beckenschlamm ist lediglich eine an mineralischen Substanzen ärmere Form des Schlammes; denn er besteht ganz wesentlich aus vegetabilischen Substanzen mit etwas Eisenhydroxyd, Ton, Kalk, Sand und Kieselsäure. In trockenem Zustand ist er sehr leicht und porös. Er bildet sich in abflußlosen Becken, die ziemlich klares, filtriertes Wasser erhalten. Chemische Abscheidungen von Kieselsäure, Eisenhydroxyd und Kalk überwiegen deshalb die mechanischen Sedimente. Allein die Vegetation liefert doch das Gros der Sedimente, wie ja schließlich auch die Abscheidungen von Eisen, Kalk und Kieselsäure ihr Werk sind. Er ist außerordentlich reich an Süßwasserdiatomeen und Schwammnadeln. (Anhang VIII.)

ε) Die jüngste Bildung, die Schilf-Aschenablagerung, ist so eingehend besprochen worden, daß ich auf sie nicht weiter zurückzukommen brauche. Sie verdankt ihre Entstehung der Zeit, wo der Zufluß zum See so gering war, daß mechanische Sedimente überhaupt kaum in Betracht kamen, die chemischen und vegetabilischen aber erdrückt wurden durch die Masse der jahraus, jahrein durch Schilfbrände erzeugten Aschenmassen. Diese letzte Ablagerung des Ngami ist also ganz wesentlich durch den Menschen beeinflußt worden. Die Brände waren wohl auch die Ursache für das säulenförmige Emporschießen der Rohrwurzelstöcke und damit der ganzen Bildung.

2) Der Aufbau des Sumpflandes.

Diese verschiedenen Sedimente setzen nun in buntem Wechsel das Sumpfland zusammen. Wirklich studiert wurden ja nur die trockengelegten Sedimente, nicht aber die Sümpfe und Seen selbst. Das ist naturgemäß ein großer Nachteil, allein auch aus den trockengelegten Sedimenten kann man auf die Beschaffenheit des Sumpflandes schließen.

Wir wollen zunächst die drei verschiedenen Regionen desselben kennen lernen, die sich am Tauche von N. nach S. aufeinander folgen; das Sumpfland der Flüsse, die Sandzone und der Ngami.

a) Das Sumpfland der Flüsse.

Dieser Teil des Sumpflandes besteht aus einem Gewirr von Flußläufen, die einen mit offenen Wasserflächen durchsetzten Schilfsumpf durchschneiden. Die Oberfläche seiner Ablagerungen setzt sich aus drei Faktoren zusammen, einem Netzwerk von Flußläufen, die in die Alluvien, ja sogar in den Salzmergel eingeschnitten sind, einem Netzwerk von Ebenen, die mit Schilfsumpf erfüllt sind, und Sandanhäufungen an den Ufern der Flußläufe und in Form von Inseln, die über die Ebenen aufragen und schon frühzeitig, d. h. bereits im Ärmel des Okavango, über das Wasser treten und mit dichtem Wald bedeckt sind. Sandpfannen — Kolke — liegen häufig in und außerhalb der Flußbetten.

Die Sedimente dieses Sumpflandes sind nicht gleichartig. Die Inseln und Erhebungen bestehen aus weißem Sand. Dieser setzt auch die Ebenen zusammen, allein über ihm liegt in den südlicheren und mittleren Partien des

Sumpflandes eine Schlammschicht. In den nördlicheren Teilen und dem Ärmel ist sie durch einen humosen grauen Sand vertreten.

Der Untergrund der Alluvien, der Salzmergel, tritt manchmal direkt zutage oder macht sich doch durch Salzausblühungen bemerkbar.

Nach Westen hin verliert das Sumpfland des Tauche das Wasser. Die Ebenen werden trockengelegt, das Schilf stirbt ab, die Inseln verlieren den dichten Wald und bekleiden sich mit Steppenvegetation. Größere Flußrinnen erhalten noch eine Zeitlang Wasser während der Hochflut, dann versiegt auch dieses. Je weiter fort vom „lebenden" Sumpfland, um so mehr verliert das „tote" die charakteristischen Oberflächenformen. Die Sandrücken und -Platten werden abgeflacht, die Ebenen versanden, die Flußläufe verfallen, und gleichzeitig verändern sich die Sedimente im Sinne zunehmender Rotfärbung, Sandanreicherung und Schlammverarmung, die ursprüngliche Vegetation aber wird ganz verdrängt von der der öden Sandfelder. So erfolgt schrittweise der Übergang aus dem ehemaligen Sumpfland in das der Kalahari.

b) Der Sandgürtel vor dem Ngami.

Schon innerhalb des Sumpflandes treten oft breite Sandflächen als flache Erhebungen auf. Vor dem Erreichen des Ngami hat man eine breite Sandzone zu durchqueren, mit welliger Oberfläche, mit Kameldornwald und nur unterbrochen von schmalen ehemaligen Flußläufen. Diese Zone ist zwischen Maschabing und Naka a letsehwi 12 km breit, schwillt aber nach Osten hin an. Westlich des Wagenweges sind gleichfalls gewaltige Sandanhäufungen sichtbar, namentlich an der N.W.-Ecke der Alluvialebene des Ngami. Dort sollen geradezu dünenartige Sandrücken die Ebene begrenzen. Das Sumpfland des Tauche geht also nicht mit breiter Fläche in das Becken des Ngami über, sondern ist mit demselben nur durch einzelne Flußbetten verbunden, die den Sandgürtel durchbrochen haben. In diesen breiten Flußbetten ist eine Schlammschicht abgelagert worden, die schmaleren Flußrinnen sind aber durch dieselbe hindurch bis in den liegenden Sand eingegraben worden.

c) Der Ngami.

Südlich des Sandgürtels liegt ein Becken, das, in historischen Zeiten wenigstens, abflußlos war und in dem sich die Sedimente des Tauche sammelten. Auf einen anderen Zufluß, den Ssiróe, wollen wir hier nicht eingehen. Die Sedimente bestehen, von unten nach oben aufgezählt, aus kalkhaltigem Sand, aus grauem Schlamm — Beckenschlamm — und aus Aschen-Schilfboden. Salzmergel ist am Nordende des Sees in dem Brunnenloch Maschabing als Unterlage der Alluvien unter dem Sand aufgeschlossen.

Unsere nächste Aufgabe wäre wohl eine Erklärung für die verschiedenen Erscheinungen im Sumpfland, die Oberflächenformen, die Verteilung der Sedimente und andere Fragen zu versuchen, allein manche Punkte lassen sich nur im Zusammenhang mit dem Sumpfland des übrigen Okavangobeckens behandeln, und deshalb wollen wir uns zunächst an der Hand der Literatur mit demselben bekannt machen.

III. Die Mitte und der Osten des Okavangobeckens.

Das Gebiet östlich und nördlich des Okavangosumpfes, resp. diesen selbst persönlich kennen zu lernen, war mir nicht vergönnt, ich bin also lediglich auf Berichte angewiesen. Unsere Kenntnisse jener Gegenden sind sehr gering. Am besten sind die Darstellungen von Dr. *Schulz*, der dem Kwando aufwärts folgte, und die Notizen von *Livingstone*. *Selous'* Buch, der das Gebiet am ausgiebigsten bereist hat, enthält für den Geographen nichts — wirklich gar nichts. Nach

meiner Abreise von Kwebe machten Captain Minchin, Powrie und Hinton einen Ausflug zum Tschobe. Powrie hat dabei mit dem Kompaß eine Kartenskizze angefertigt, die mir bei Konstruktion der Karte zur Verfügung stand. Seine Aufnahmen sind zwar nach Dimensionen und Richtungen nur annähernd richtig, allein für die Kenntnis der Flußläufe, der Lage des Mababesumpfes und der Gubatsaberge immer noch die beste Quelle. Schließlich fallen die beiden gleichfalls kartographisch wichtigen Reisen von *Gibbons* und *Reid* im Jahre 1899 noch in unser Gebiet.

Die Verhältnisse des Sumpflandes sind sehr kompliziert, namentlich durch die Verbindung mit dem Kwando und dem Makarrikarribecken, sowie durch Ausbildung abflußloser Seebecken. Im einzelnen sind diese Beziehungen noch wenig bekannt.

1) Das Mahula-Sandfeld.

Die Nordgrenze des Sumpfbeckens wird am Okavango durch das ca. 20 m hohe Plateau des Kalaharisandes gebildet, das unterhalb der Popafälle nach S.O. zurückweicht. Am Kwando beginnt nach *Schulz*[1]) nördlich des Sselinda ein Sandfeld, das mit 180 Fuß hohen Gehängen den Fluß begrenzt. Innerhalb des Sandfeldes ist der Kwando nicht sehr breit, nach *Schulz* kaum 800 m, jedoch voller Inseln und mit schilfigen Ufern. Zahlreiche Flußbetten laufen von dem Hauptstrom aus in das Sandfeld hinein und enden blind. Einige sind bis 80 m breit und 1 m tief. Sie zwangen ihn beständig zu großen Umwegen. Nach Norden hin werden aber die Sandrücken niedriger. Man kann wohl mit Recht vermuten, daß das Sandplateau am Okavango und das am Kwando zusammenhängen und damit eine deutliche Abgrenzung des Okavangobeckens nach Norden hin besteht.

Dieser bereits im Jahr 1899 auf der für die Gesellschaft konstruierten Karte gezeichnete Plateaurand wurde von *Gibbons*[2]) tatsächlich nachgewiesen. Der Hochflut des Okavango am Sselinda nach N. hin ausweichend, erreichte er die hohen, mit dichtem Dornbusch bedeckten Wellen dunkelgelben Sandes, der den Okavangosumpf begrenzt und dessen Rand er weiter hin nach S.W. folgte.

Im Gegensatz zu *Schulz* gibt nun aber *Reid*[3]) an, der Kwando habe im Sandfeld eine Breite von 3—4 miles und winde sich in diesem Tal hin und her. Sein linkes (O) Ufer sei höher und trockener als das rechte.

Auf dem Rückweg zog *Reid* 50 miles auf dem rechten Ufer hin. Das Land war flach, aber obwohl kein deutlicher Abhang bestand, ging das Flutwasser nicht weit nach Westen.

Wer hat Recht? *Schulz* mit seinen im Süden 180 Fuß hohen Ufern und den zahlreichen abgehenden Armen oder *Reid* mit seinen flachen Ufern ohne sichtbare Erhebung? In jedem Fall geht auch aus *Reids* Beschreibung klar hervor, daß der Kwando hier in einem Sandfeld mit relativ schmalem Bett und Überschwemmungsgebiet fließt.

Das Sandfeld zwischen dem Kwando und Okavango nördlich dieses Abhangs, das nach den dort üppig wachsenden Mabulabäumen das Mabulafeld genannt sei, hat anscheinend einen ähnlichen Charakter, wie das ²Kungfeld im Bereich der Flußbetten zwischen ²Kaudum und Jil²noa. Zahllose leere Flußbetten mit humosem, z. T. torfigem Boden durchschwärmen den rötlichen bis gelblichen, tiefen, welligen Sand, und zwar vorwiegend in N.W.—S.O.-Richtung. Pfannen mit dauerndem Wasser liegen in ihnen und in Niederungen. Ob eine undurchlässige Schicht unten liegt, ist nicht bekannt, aber wahrscheinlich. Man denkt unwillkürlich an den Salzmergel. *Schulz* erwähnt ihn nicht; er hat ihn aber auch am Taucho nicht gesehen. Demnach könnte er doch im Mabulafeld und am Kwando unter dem Sand lagern.

Franz Müller, der im Jahre 1889 von Andara nach Lialui am Sambesi

gereist ist, schildert das Mabulafeld gleichfalls als ein von alten Flußbetten mit dunklem, torfigem Boden durchzogenes Sandfeld. Vleys mit dauerndem Wasser sind häufig in Niederungen und Flußbetten.

Reid hat nur einen kleinen Ausflug in dieses Sandfeld von Mahenis Dorf aus gemacht. Seine Angaben bestätigen aber obige Darstellung. Er fand 5 Flußbetten, 400—800 m breit, zwischen bewaldeten Sandrücken. Die Täler strichen W.—O. Ein Flußbett — das mittelste — schien das Hauptbett, die andern quasi Deltaarme desselben zu sein. Es soll weit nach W. zu einem Schilfsee mit Flußpferden gehen, wie *Reid* vermutet, zum Okavango selbst.

Der weitere Verlauf des Sandplateaus östlich des Kwando ist nicht mit Sicherheit bekannt. Vermutlich läuft sein Südrand in N.O.-Richtung nach den Katima Molilo-Schnellen des Sambesi weiter, da das Gebiet zwischen Kwando und Sambesi als flach und sumpfig geschildert wird.

2) Das Kwandotal.

Mit dem Verlassen des Sandfeldes verändert der Kwando seinen Charakter vollständig. War sein Bett früher 800 m *(Schulz)* oder auch 3—4 miles *(Reid)* breit, so erweitert er sich jetzt zu einem von Inseln und Flußbetten durchschwärmten Sumpfland, das mit dem Sumpfland des Tauche Ähnlichkeit hat. Denn *Schulz* betont die Übereinstimmung des letzteren mit dem Kwando, nur fehlten dort die herrlichen Kolanipalmen (Hyphaene ventricosa) des Kwando. Die Ähnlichkeit besteht auch wesentlich darin, daß zahllose Arme aus dem Sumpfland in die flache Umgebung hinauslaufen, die während jeder Flutperiode mit Wasser angefüllt werden.

Genau dieselbe Auffassung hatte schon *Livingstone*. Von dem Ngwa-Hügel folgte er einem 20 m breiten, 1.25 m tiefen Flußbett Kandehy und überschritt außerdem bis zum Ssanschureh viele Flußbetten. Er sagt selbst: [1])

„Das viele Wasser, das wir passiert hatten, war ein Teil der jährlichen Überschwemmungen des Tschebe (Kwando), und dieser große, tiefe, an mehreren Stellen mit Schilf erfüllte Strom (der Ssanschureh nämlich!), in dem viele Flußpferde leben, ist nur einer der Arme, durch welche er (der Kwando!) sein überflüssiges Wasser nach Südosten entsendet."

Der bekannteste unter diesen Creeks der Südseite ist der Ssonta, der zum Mababesumpf geht. *Reid* erwähnt zwei große Betten auf der Nordseite, den 3—4 miles breiten Kaschanga, der im Jahre 1880 ganz mit Wasser erfüllt war, und den 20—30 Fuß breiten Kasinsila. Diese gewaltige Erweiterung des Kwando zu einem breiten Sumpfland möchte ich den Linyantisumpf nennen nach der Stadt Linyanti, die an seinem Ostende lag.

Der Fluß verschmälert sich wieder auf 2—4 miles Breite, bildet dann aber ein zweites Sumpfland, den Ssanschurehsumpf, der kleiner ist als der Linyantisumpf. Von ihm geht nach N.O. ein Flußbett mit breitem Sumpf ab, der Ngambes, den *Reid* in weitem Bogen umgehen mußte. Nach Süden hin geht hier auch ein Arm — der Kandehy *Livingstones* — ab, vielleicht zu dem Mababesumpf, wie wir sehen werden.

Der Ssanschureh ist das südlichste Flußbett des Kwangosumpfes, an dem *Livingstone* in 18° 4′ 27″ südlicher Breite Halt machen mußte. *Aurel Schulz* marschierte anscheinend nördlich dieses Flußbettes, das also bereits trocken gewesen sein muß. Auch *Reid* aber fand nur einige flache Flußbetten in der Gegend des *Livingstone*schen Ssanschureh und zog quer durch das Sumpfland, das zu *Schulz'* Zeit unter Wasser stand.

Östlich des Ssanschurehsumpfes bis zur Mündung in den Sambesi an der Insel Kasungula hat der Kwando wieder ein enges Bett und 7 miles oberhalb der Mündung bildet er sogar eine Stromschnelle, Sebuba.

Das Land zwischen dem Kwande nach seinem Austritt aus dem Sandfeld und dem Sambesi ist flach, sumpfig und während der Flutzeit überschwemmt. Auffallend sind in diesem Gebiet und am Ufer des Kwande hohe, mit Bäumen und Schlingpflanzen bedeckte Termitenbauten aus weißer (Kalk-?) Erde, wie sie auch am Betletle innerhalb des breiten, oft überschwemmten Teiles verkommen.

Östlich des Sanschureh-Sumpflands ändert das Südufer des Kwande seinen Charakter. *Livingstone* sagt schon, daß sich östlich des Ngwa ein Plateaurand am Kwande entlang ziehe. Auch *Holub* [3]) spricht von einem sandigen Plateau an seinem Südrand westlich seiner Mündung in den Sambesi. *Reid* hebt hervor, daß von der Mündung 55 miles aufwärts auf dem Südufer „the foot of low stony hills" an den Fluß heranträte und daher kein Überschwemmungsgebiet existiere. Auf seiner Karte zeichnet er hier einen Plateaurand, ebenso wie an der Ostseite des Linyantisumpfes. Nur südwestlich des Ssanschurehsumpfes fehlt er, und zwar gerade da, wo *Livingstones* Kandehy abgehen sollte.

3) Das Mababefeld.

Gehen wir nun zur Betrachtung des Süd- und Ostrandes über.

Am Ngami begrenzt das Grundgestein als niedriges Plateau das Becken. Jenseits des Ngamiflusses verschwindet es, eine Platte aus Kalaharikalk und -sand allein bildet den nach N.O.-streichenden Abhang der Niederung. Durch dieses Plateau hat sich der Tamalakane ein Bett gegraben. In ihm treten Chalcedonsandsteine, wie im Betletletal, auf, darüber liegt Sand, vielleicht auch Kalk. Auf Powries Karte zieht sich der Abhang des Sandplateaus genau in der Verlängerung des Sandrandes nördlich des Ngamiflusses nach N.O. hin und begrenzt den Mababesumpf im Osten. Auch *Selous* erwähnt gewaltige Massen roten Sandes am Ostrand der Mababeebene.

In welcher Weise sich diese Ebene nach N.O. fortsetzt, resp. wie sie endet und wie sich das Kanku-Sandfeld mit dem Ngwaberg verbindet, ist nicht bekannt. Ich möchte vermuten, daß aus ihr ein Flußbett nach N.O. in das Sandfeld eindringt. Wenigstens erwähnt *Chapman* ein Flußbett Komané gerade in der Gegend, wo der hypothetische Abfluß der Mababeebene liegen müßte. Das Natürlichste wäre dann eine weitere Verbindung mit dem Sambesital in der Gegend von Leschume zu suchen. Ich weise auf diese Möglichkeit deshalb hin, weil die Entstehung des Mababebeckens ohne eine solche Verbindung schwer verständlich wäre. Bei Besprechung des Madenassasandfeldes kommen wir auf dieses hypothetische Flußbett noch zurück.

Westlich der Mababeebene zieht sich ein anderes Sandplateau hin, auf dem der Wasserplatz Chat²Garra sowie ein Kalksteinkessel liegen. Auf der Südseite wird dieses Sandfeld vom Matschabe begrenzt. Da aber *Selous* auf seiner Karte hier den letzteren als tief eingeschnittenes Tal zeichnet, dürfte sich das Sandfeld auch zwischen Matschabe und Bero ausdehnen. Seine Ausdehnung nach W. ist absolut unbekannt. Im Norden wird es durch das breite Tal begrenzt, das die Mababeebene mit dem Linyantisumpf verbindet und in dem der Ssonta fließt. Innerhalb dieser Ebene ragen nach der Powrieschen Karte die Gubatsahügel anscheinend isoliert aus den Alluvien auf. Dagegen sind die Kankuberge von einem Sandfeld umgeben.

Die hypothetische Verbindung zwischen der Mababeebene und dem Ssanschurehsumpf würde zwischen den Kankubergen und dem Ngwahügel liegen und ist vielleicht identisch mit *Livingstones* Kandehytal, einem Creek des Kwande. Der Charakter der Berge ist nicht bekannt. Von dem Ngwa sagt *Livingstone*, daß er 300—400 Fuß hoch und mit Bäumen bedeckt sei. Nördlich von ihm läge das erwähnte Tal Kandehy.

4) Das System des Tso.

Gehen wir nun zu den Flüssen des Sumpflandes über.

Livingstone[6]) war der erste, der über dieses Gebiet berichtete und seine Flußläufe den Grundzügen nach erkundete und erforschte.

Das Wasser kommt, so sagt er, aus dem Embarrah oder Varra, der sich in den Taucho (Teoughe) und den Tso (Tzo) teile. Der Tso wiederum teile sich in den Mababo und den Tamalakane (Tamunak'le).

Im wesentlichen ist dieses richtig. Denn der Varra ist der Okavango, den die Mambukuschu D w a r o nennen. Etwa östlich des ²Kaudum soll sich vom Taüche ein großer Fluß nach O. abzweigen, vermutlich der Tso, obwohl ich diesen Namen selbst nie hörte. Powries Karte zeigt, daß sich im Osten zwei Flüsse oder Flußsysteme finden, der Matschabe, der zum Mababesumpf geht, und der Boro oder Poro. Dessen zahlreiche Arme enden teilweise blind, teilweise gehen sie zum Mababesumpf und teilweise bilden sie den Tamalakane. Auch der Arm des Ssiroë könnte vom Porosystem ausgehen, vielleicht aber auch vom Tauche, ich konnte es nicht ermitteln. Westlich von Powries Route soll das Land sehr sumpfig sein.

Der Matschabe fließt zusammen mit Armen des Poro in den Mababesumpf. Dieser bildet eine grasige, spindelförmige, in der Mitte sumpfige Ebene von der Größe des Ngami, „in der sich der Mababe verläuft“.[7]) Das Mababebecken erhält, wie wir wissen, noch einen anderen Zufluß vom Kwando her, den Ssonta, der bei Hochflut gefüllt wird und beim Fallen derselben zurückfließt. Theoretisch könnte also bei Hochflut des Okavango-Matschabe auch der Mababesumpf so stark gefüllt werden, daß er zum Kwando durch den Ssonta, resp. den Kandehy abläuft.

Außerordentlich interessant ist die Abzweigung des Sselinda von dem Okavangosystem zum Kwando. Wo die Abzweigung stattfindet, ob vom ungeteilten Okavango oder von dem Tso, ist nicht bekannt. Vermutlich fließt er im wesentlichen parallel dem Südrand des Mabulaplateaus. Die ersten Nachrichten über ihn verdanken wir *Aurel Schulz*[8]), der ihn bei seiner Mündung in den Kwando passierte. Er fand ihn als 50 m breites und sehr tiefes Bett mit einer Geschwindigkeit von 2 Knoten pro Stunde. Da der Fluß nicht zu passieren war, ging die Expedition stromaufwärts. Mehrere Flußbetten mit fließendem Wasser, die aus Süden kamen, wurden passiert, aber der Graswuchs auf ihrem Boden bewies, daß es nur periodisch gefüllte Betten waren. Der Kanal wurde schließlich 30 m breit und 3 Fuß tief, so daß die Expedition übersetzen konnte.

Während des Hochwassers kann man ohne Schwierigkeit mit den größten Kanus zwischen den beiden Strömen auf dem Sselinda verkehren, in der Trockenzeit jedoch nur mit kleinen Kanus. Bei sehr großem Tiefstand des Wassers muß man diese sogar stellenweise durch den Schlamm ziehen. Der Bur Jacobs, der auf ihm zum Kwando fuhr, schildert ihn als einen 3—4 Fuß tiefen Kanal, der sich aus dem an Flußbetten reichen Sumpf abzweige.

Soweit *Schulz'* Mitteilungen aus dem Jahre 1886. Seine Angaben hat inzwischen *Gibbons*[9]) bestätigt. Dieser fand im Jahre 1899 den Sselinda oder Ma'gwekwana*) als 100 Yards breites, deutliches, aber t r o c k e n e s Flußbett, das aber bald viel breiter und undeutlicher wurde. Schließlich stießen die Reisenden auf die andrängende Hochflut des Okavango und mußten, durch knietiefes Wasser watend, das Mabulafeld aufsuchen.

Aus diesen Angaben *Gibbons'* geht hervor, daß das Sumpfland des Okavango nicht nur mit einem Flußbett, sondern während der Flut in breiter Fläche in das Überschwemmungsgebiet des Kwando am Linyantisumpf übergeht. Das konnte man aus der Darstellung von *Schulz* auch schon entnehmen. Wo das dauernde

*) Das Zeichen ' bedeutet einen Schnalzlaut.

Sumpfland des Okavango heutzutage nach Osten hin am Lauf des Sselinda entlang endet, ist nicht bekannt.

5) Die geologischen Verhältnisse.

Über den geologischen Aufbau des östlichen Sumpflandes und des Kwandetals haben wir nur einige Notizen.

Sehen wir von dem Grundgestein ab, das am Kwando und Sambesi auftritt und das wir im Anschluß an das Madenassafeld betrachten wollen, so ist der Kwando nach *Livingstone*[10]) in ganzer Länge in Kalktuff eingeschnitten.

„Die Ufer des Tschobo bestehen wie die des Suga (Botletle!) aus weichem Kalktuff, und der Fluß hat sich ein tiefes Bett mit senkrechten Seitenwänden gegraben. Wo die Ufer hoch sind, wie an den Stellen wo 1851 die Wagen standen, sind sie mit prächtigen Bäumen bedeckt, in denen sich die Tsetse, sowie verschiedene Antilopen, Zebras, Büffel und Elefanten aufhalten.“

Diese ausgedehnten Kalktufflager, die nach *Livingstone* mit denen am Betletle und den Salzpfannen eine Ablagerung bilden sollten, veranlaßten ihn gerade zu der Annahme eines großen Seebeckens, das nach dem Durchbruch des Sambesi an den Viktoriafällen abgeflossen sei. Es handelt sich also am Kwando sicher um sehr ausgedehnte Kalkablagerungen, obwohl außer *Livingstone* weder *Chapman*, noch *Schulz*, noch *Reid*, noch *Gibbons*, noch irgend ein anderer Reisender Kalk auch nur erwähnen.

Ob dieser Kalktuff *Livingstones* Kalksandstein, wie am Botletle, oder Salzmergel, wie am Tauche ist, wissen wir nicht.

Das Sandfeld östlich der Mababeebene ist sicher tiefer roter Kalaharisand. Westlich derselben dürfte das Sandfeld um Chat ²Garra ebenfalls ein Stück Kalahari sein; dafür spricht aufs deutlichste die Existenz der Kalkpfanne Chat ²Garra und des Kalksteinkessels. Möglicherweise tritt dort auch Grundgestein auf. Das wäre nicht auffallend, da ja in nordöstlicher Richtung die Berggruppen Gubatsa und Kanku folgen, über deren geologische Beschaffenheit wir nichts Bestimmtes wissen. Auf Powries Kartenskizze stehen nur die Worte: „porphyry formation“ neben den Bergen geschrieben. Sind es Quarzporphyre, wie die Kwebeberge, oder Loalomandelstein, wie am unteren Kwando?

Über die alluvialen Bildungen der soeben besprochenen Gebiete fehlen Angaben. Indes dürfen wir wohl vermuten, daß sie sich von denen des Tauche kaum unterscheiden, also aus liegendem Sand mit Schlammdecke im Gebiet des Flußnetzes, aus Beckenschlamm, Aschen und Schilf in Seebecken — z. B. Mababesumpf — bestehen. Auch die Oberflächenformen — Ebenen, Sandinseln, Flußrinnen — dürften wie am Tauche entwickelt sein.

IV. Die Wasserverhältnisse des Sumpflandes.

Betrachten wir nun einmal kurz Herkunft, Verteilung und Abfluß der Wassermassen, die das Okavangobecken erfüllen.

1) Die Flußläufe.

Drei Flüsse sind als Quellen aufzufassen, der Okavango, der Kwando und in beschränktem Maße der Sambesi.

Der Okavango teilt sich nach dem Verlassen des Sandfeldes in drei Flußsysteme, d. h. Züge von Flußnetzen mit Hauptströmen, den Tauche, den Tso und den Sselinda. Ob letzterer vom Okavango selbst oder vom Tso abgeht, wissen wir nicht.

Der Tauche endete früher im Ngamibecken, jetzt aber nahe der Batauanastadt ¹Gau. Sein Sumpfland haben wir im westlichen Randgebiet kennen gelernt.

Der Tso soll sich in den Boro und Matschabe teilen. Der Boro geht als Tamalakane zum Ngamifluß und weiter als Botletle zum Makarrikarribecken, sendet auch vielleicht einen Arm, den Ssiróe, zum Ngami.

Der Matschabe endet im Mababesumpf, sendet aber einen Arm nach S.O. ab, und dieser selbige Arm teilt sich nochmals; ein Teil geht zum Boro, der andere zum Mababesumpf.

Der Sselinda ist ein Flußbett oder wohl System von Betten, das das Okavangosystem mit dem Kwando in Verbindung setzt.

Wesentlich einfacher ist der Verlauf des Kwando. Unter Ausbildung zweier Sumpfbecken geht er geradeswegs zum Sambesi. Nur zwei seiner zahlreichen Ausflüsse haben Wichtigkeit. Der Ssonta verläßt den Linyantisumpf und geht zum Mababebecken, der Kandehy aber geht vom Ssanschurehsumpf ab, vielleicht zum Mababesumpf. Möglicherweise ging früher ein Flußbett auch von letzterem nach N.O. zum Sambesi — *Chapmans* Komane — indes ist diese Vermutung vorläufig noch ganz hypothetisch.

Die Beteiligung des Sambesi an der Sumpf- und Seebildung ist sehr unbedeutend. Die Ebene zwischen ihm und dem Kwando wird wohl hauptsächlich von letzterem überschwemmt, der Sambesi beteiligt sich anscheinend nur wenig daran. Auf seinem Nordufer wird er aber von einem Sandplateau begrenzt, so daß er nach dieser Seite hin kaum über seine Ufer tritt.

2) Die Herkunft des Wassers.

Der größte Teil des im Okavangobecken aufgesammelten Wassers wird durch die Flüsse aus dem regenreichen Norden herunter gebracht und hat sich bei mangelhaftem Abfluß in dem Becken aufgestaut. Die während der Regenzeit fallenden Niederschläge haben im südwestlichen Teil des Beckens keine wesentliche Bedeutung. Trocknete doch der Ngami, der sich im August 1899 teilweise gefüllt hatte, während der Regenzeit 1899/1900 schnell wieder aus. Der Stand der Flußbetten aber ist während der Regenzeit nicht wesentlich höher als am Ende der Trockenzeit.

Die Flut beginnt im Juni oder Juli und erreicht im Süden ihren Höhepunkt im August und September. Sie dringt in die Flußbetten ein, rast in denselben vorwärts und erfüllt, überquillend, die seitlich gelegenen Sümpfe und Seen. Diesen Vorgang kann man am Rand des Sumpfgebiets sehr gut verfolgen.

Die Stromgeschwindigkeit in den Betten des oberen Tauche war bedeutend, 6—7 km pro Stunde, aber in den weiten Ebenen von ²Kurube im Juli 1898 und am Ssiroe im August 1897 drang das Wasser sehr langsam vor, wohl kaum mehr als 1 km pro Stunde.

Die absolute Fluthöhe kann kaum sehr bedeutend sein. Natürlich ist sie am höchsten im Okavangobett und nimmt mit der Ausbreitung des Wassers in der Ebene ab, um in Becken, wo sich das Wasser ansammelt, wieder zu steigen.

Während des Oktober und November nimmt das Wasser wieder schnell ab. Die während der Regenzeit fallenden Niederschläge ändern an dem Niveau des Wasserstandes wenig. Wohl werden Sandpfannen gefüllt, ebenso Niederungen in Flußbetten, allein auf die großen breiten Sumpfflächen übt der Regen keine wesentliche Wirkung aus. Anscheinend wird die Verdunstung nur kompensiert.

Im Kwando-Sambesigebiet dürften die Verhältnisse schon wesentlich anders liegen. Die Regen sind dort so stark, daß sie wohl allein genügen, um die Flüsse zu schwellen und die Ebenen unter Wasser zu setzen, zumal jene Gegend dem Quellgebiet der Flüsse näher liegt, die Flut also eher ankommt. Allerdings dürfte der Höhepunkt der Überflutung auch dort erst in der Trockenzeit erreicht werden. Der Gegensatz zwischen Hochflut in der Trockenzeit und Tiefstand in der Regenzeit ist aber am Okavango am ausgesprochensten.

3) Das Land zwischen den Flußsystemen.

In manchen Gegenden scheinen ganz ebene periodisch überschwemmte Flächen zwischen den verschiedenen Flüssen zu liegen, z. B. zwischen Kwando und Sambesi, allein gerade im Okavangosumpfland scheinen sich zwischen den Flußnetzzügen flache, aber doch niemals überschwemmte Rücken hinzuziehen. Westlich des Mababesumpfes erhebt sich nicht nur eine mächtige Sandanhäufung, sondern sogar Kalkstein — wohl Kalaharikalk — tritt zutage, sowie Grundgestein in den isolierten Berggruppen. Diese Schwelle, die nach den Kankubergen unter dem Namen Kankuschwelle zusammengefaßt werden mag, setzt sich anscheinend über den Matschabe nach S.W. hin fort, wie weit, ist nicht bekannt.

Aber auch zwischen dem Tauche, Tso und Sselinda müssen erhebliche Schwellen als trennende Barrieren liegen. Das kann man aus folgendem schließen.

Die Hochflut im Juli—September 1899 war im Okavango ganz abnorm stark. Das Wasser ging mit solcher Gewalt den Tso hinab, daß durch den Boro — Ssiroe — Tamalakane nicht nur der Ngami, sondern auch der Botletle und das Makarrikarribecken unter Wasser gesetzt wurden. Das Tauchegebiet wurde aber durch diese gewaltige Flut so gut wie gar nicht berührt. Der Wasserstand daselbst überstieg kaum das gewöhnliche Maß.

Während der gleichen Flutperiode reisten *Gibbons* und *Reid* im Kwando-Sselindagebiet, ohne daß sie von besonders hoher Flut berichten. Im Gegenteil. *Reid* fand den Ssanschurehsumpf kleiner und wasserärmer denn je. Der Ssanschureh selbst war ganz trocken, während *Livingstone* ihn als tiefen Fluß beschreibt, *Selous* im Jahre 1879 aber bereits durchwaten konnte.

Vom Mababegebiet fehlen Nachrichten.

Daraus geht wohl hervor, daß der Tso vorwiegend die gewaltigen Wassermassen abführte und daß demnach erhebliche Barrieren ihn von dem Tauche und wohl auch Sselinda trennen, alle diese Sumpfgebiete also durchaus nicht in breiter Fläche untereinander zusammenhängen können, vielmehr lediglich getrennte Strom- und Sumpfstreifen vorstellen. Bezüglich der Schranken kann man vermuten, daß sie aus Sandmassen bestehen, wie der Sandgürtel nördlich des Ngami und das Sandfeld der Kankuschwelle.

4) Die Wasserabnahme im Sumpfland.

Nirgends drängt sich das Problem der Austrocknung des Landes derartig in den Vordergrund, wie gerade im hiesigen Sumpfland. Scheint doch dasselbe in rapider Abnahme begriffen zu sein. Der Ngami ist verschwunden, der Tauche in ganzer Linie auf der Süd- und Westseite zurückgegangen, der Ngamifluß hat aufgehört Wasser zu führen — alles das seit 12 Jahren!

Weniger nachweisbar ist die Wasserabnahme im Bereich des Mababesumpfes und des Boro, weil Berichte aus diesen Gebieten fehlen. Daß aber die Mababeebene vor nicht zu langer Zeit ein See war, daran ist wohl nicht zu zweifeln.

Der Sselinda war zu *Schulz'* Zeit ein Flußarm mit dauerndem Wasser, der für Kanus stets schiffbar war. *Gibbons* fand ihn bereits trocken und begegnete erst weiter westlich der andrängenden Flut.

Auch am Kwando ist die Abnahme der Sümpfe nachweisbar. Schon *Livingstone* wies darauf hin. Es handelt sich also nicht um ein lokales Phänomen, das nur den Tauche und Ngami betrifft, das Wasser ist nicht etwa einfach anderswohin geflossen, sondern hat in toto abgenommen.

Wäre der Boro-Tamalakane heutzutage wasserreicher als früher, so würde

der Ngamifluß, der doch noch zu *Livingstones* Zeit von dem Tamalakane ausgehend den Ngami erreichte, nicht aufgetrocknet, sondern wasserreicher geworden sein. Dasselbe gilt von dem zu *Chapmans* Zeit noch schiffbaren Botletle. Die Wasserabnahme ist also tatsächlich allgemein.

In manchen Fällen scheint nun freilich doch eine kompensierende Stauung eingetreten zu sein, und zwar in der Landschaft ²Kurube.

Zwischen Maschabes Gehöft und dem Schadum durchquerte nämlich unser Weg ein Sandfeld, in dem breite grasige Flächen aus grauem Sand mehr oder weniger von bewaldeten Erhebungen aus hellem Sand umgeben sind. Die Vegetation besteht aus Steppenbäumen. Diese Landschaft ähnelt den Übergangsgebieten von Sumpflandschaft zur Kalahari und hat an sich nichts Auffälliges. Allein diese Grasebenen standen mehr oder weniger unter Wasser, und doch war auf ihnen niemals Schilf zu finden. Die Hochflut drang in sie ein, obwohl das Land seinem Charakter nach alte, schon seit langer Zeit in Umwandlung begriffene und stark umgewandelte Sumpflandschaft war, in die das Wasser sozusagen nicht mehr hineingehörte. Diese Verhältnisse waren um so merkwürdiger, als sich nur wenig weiter südlich, jenseits des Schadum, ein noch mit Schilf bedecktes Sumpfland fand, das erst vor ganz kurzer Zeit trockengelegt sein konnte. Bodentiere hatten sich noch nicht einmal angesiedelt. Ich möchte sagen, das Land sah aus, als ob das Wasser nur einzudringen brauche, damit das alte Sumpfland wiederhergestellt werde. Aber gerade hier war von einem Eindringen der Flut nichts zu merken, auch nicht in den eingeschnittenen Flußbetten.

Wie sind solche Verhältnisse zu erklären?

Es ist ja denkbar, daß die Flut dieses Gebiet noch nicht erreicht hatte, daß wir also schneller als sie marschiert waren, möglich ist es aber auch, daß sich Hindernisse für den Abfluß des Wassers nach diesem Teil des Sumpflandes gebildet haben, während umgekehrt durch Rückstauung oberhalb des Hindernisses längst trockengelegte und in voller Umwandlung begriffene Gebiete von neuem unter Wasser gesetzt worden sind. Tatsächlich sollen solche Hindernisse eingetreten sein, und zwar durch Menschenhand. Die Eingeborenen führen die Trockenlegung der Tauchearme und des Ngami auf die Verstopfung des oberen Tauche durch die Schilfflöße der Makuba zurück. Die Makuba brachten nämlich den Korntribut für die Batananaherrn auf Flößen nach Denokaning bis zu einer oder mehreren Stellen, wo die Tauchearme flach wurden. Dort ließen sie die Flöße liegen, und die jahraus, jahrein aufgehäuften Schilfflöße verstopften den Fluß, so daß das gestaute Wasser nicht mehr nach dem Tauche, sondern nach dem Tamalakane, also nach S.O. abfloß. Das ist die Erklärung der Eingeborenen selbst, und sie sind von der Richtigkeit derselben so überzeugt, daß sie sogar Projekte machten, die verstopften Kanäle wieder zu öffnen. Die objektiven Befunde sprechen für die Richtigkeit der Erklärung, weil tatsächlich gerade der am meisten kornreiche Distrikt ²Kurube, der ja notwendigerweise oberhalb der Verstopfung liegen mußte, jetzt überschwemmt wird. Wie die Verhältnisse auch sein mögen, man hat durchaus den Eindruck, daß Stauung auf der einen, Trockenlegung auf der andern Seite stattgefunden haben, und es ist zweifellos von großem Interesse, solche Vorgänge in dem Sumpfland festzustellen. Ob der geschilderte Vorgang allein maßgebend gewesen ist, ist doch fraglich, wie wir sehen werden (S. 495).

V. Die Entwicklungsgeschichte des Sumpflandes.

Wenn wir den Versuch machen, die Oberflächenformen und den Aufbau des Sumpflandes zu erklären, so geschieht das in dem vollen Bewußtsein, daß bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse von diesem Gebiet die nachfolgenden

Betrachtungen zum großen Teil nur einen sehr bescheidenen Wert haben. Allein sie dürften eventuell späteren Forschern Gesichtspunkte bei ihren Untersuchungen geben.

1) Das Verhalten des Kalaharisandes zum Okavangobecken.

Der Kalaharisand umgibt das Becken allseitig, auch auf der Nordseite, wie hier vorausgeschickt sei. Nun haben wir gesehen, daß der Sand gerade an den in das Becken mündenden Flußbetten in Form gewaltiger Wälle angehäuft ist, daß er am Botletle durch den Gehalt von Kalk und Diatomeen sich als zweifellose Flußablagerung erweist, daß er dort aus Westen, ergo dem Becken gekommen sein muß. Unter diesen Umständen fragt man sich, ob der Sand in der heutigen Form, mit den heutigen Grenzen ursprünglich abgelagert sein kann oder ob er früher eine andere Verbreitung gehabt habe.

Von vornherein kann man annehmen, daß letzteres der Fall ist. Wie wäre eine derartige Ablagerung rund um ein Becken, das nicht etwa Mittelpunkt der Flußsysteme, sondern Durchgangsstraße ist, möglich, ohne sekundäre Veränderungen? Das Einfachste wäre es, anzunehmen, daß der Kalaharisand zunächst im Becken selbst ebenfalls zur Ablagerung gelangt und später durch Erosion entfernt worden ist.

Ist eine derartige Annahme berechtigt?

Für dieselbe spricht nicht nur die Ablagerung des Sandes an den Ufern, sondern auch die lange schlauchförmige Gestalt des Beckens, vor allem aber das Auftreten von Inseln des Kalaharisandes innerhalb des Beckens. Die Kankuschwelle setzt sich aus Sandplatten zusammen, die sogar Kalk — höchstwahrscheinlich Kalaharikalk, z. B. in Chat²Garra — als Skelett enthalten. Diese Sandfelder können kaum als etwas anderes, denn als stehen gebliebene Reste des Kalaharikalks und -sandes aufgefaßt werden. Dann sind wohl auch die Schranken zwischen den Systemen der Flußnetze lediglich stehen gebliebene Reste des Kalaharisandes. Fanden wir doch mitten in dem Sumpfgebiet des Tauche zwischen ¹Gau und Mokwates Dorf eine ausgedehnte Insel von rotem Kalaharisand mit typischem Mochononobusch (S. 473—474). Ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß derartige „Kalahariinseln" in noch viel größerer Ausdehnung sich auch weiterhin zwischen den Flußzügen finden, wie jene kleine im Tauchesumpf?

Alle diese Verhältnisse sprechen deutlich für eine ehemalige Ausfüllung des Okavangobeckens mit Kalaharisand als Ablagerung der Flüsse.

2) Die Entwicklung der heutigen Flußsysteme.

Gehen wir also von der Vorstellung aus, daß der Kalaharisand im Westen, Süden und Osten des Beckens eine geschlossene, durch Flüsse abgelagerte und mehr oder weniger von Wasser bedeckte Fläche gebildet habe. In welcher Weise erfolgte nun die Erosion des Sandes?

Die Ursachen der Erosion.

Diese können verschiedene gewesen sein, z. B. gesteigerter Abfluß aus dem Becken der südafrikanischen Hochfläche. Wenn der entstehende Wasserverlust nicht ausgeglichen wurde durch vermehrten Zufluß, so mußte sich das Wasser in die eigenen Sedimente einschneiden. Dieselbe Wirkung mußte eine allgemeine Wasserabnahme infolge Trockenerwerden des Klimas haben. So kam es zur Ausbildung von Stromrinnen oder wohl mehr Stromzonen, und diese dürften sich vielfach an bereits bestehende, durch hohe Sandwälle an den Ufern charakterisierte Flüsse angeschlossen haben.

Die Stromzonen erster Ordnung.

Ursprünglich dürfte das Wasser von W. und N.W. herkommend das Becken ausgefüllt und die Sande gegen das Makarrikarribecken hin vorgeschoben haben. Nun zieht sich aber anscheinend, wie wir sahen, eine Bodenschwelle vom Ngamirumpf und Hainafeld nach N.O. hin. Dieselbe wurde wohl auf der Höhe der Flutperiode von den Stromzonen erster Ordnung überwältigt und der Kalaharisand über dieselbe nach S.O. geschoben, allein mit der Abnahme der Wassermassen versagten diese Flüsse, sie stauten sich an der Schwelle, und nun kam es zur Ausbildung

der Stromzonen zweiter Ordnung.

Anscheinend spielten schon während der ersten Periode eine sehr wichtige Rolle zwei Stromsysteme, die aus W. und S.W. kamen. Diese scheinen die Oberhand gewonnen zu haben und wurden für die heutige Oberflächengestaltung maßgebend. Diese Stromsysteme sind die Rooibocklaagte (?) und Groot Laagte. Wenn man sich nämlich vorstellt, daß die aus diesen Strömen kommenden Fluten in nordöstlicher Richtung dem Kwando zueilten und in die aufgeschütteten Sande breite Talwege rissen, so wären die heutigen Oberflächenformen verständlich. Die Gewässer des Okavango wurden mitgenommen, die des Kwando teilweise abgeleitet, aber an den Fluten des Sambesi brach sich anscheinend die Kraft der Strömung. Denn dieser Strom ist nicht wesentlich aus seiner Richtung gedrängt worden.

Die Rooibocklaagte ist so gut wie unbekannt, über sie läßt sich nichts sagen. Etwas mehr kennen wir die Groot Laagte. Für einen starken Strom, der einst aus derselben am heutigen Ostrand des Beckens entlang nach N.O. floß, spricht folgendes.

Einmal ist das Gefälle des Landes nach dem Ngami zu im Gebiet der Groot Laagte bedeutend. Sodann sind in dem hypothetischen Lauf dieser Stromzone innerhalb des Beckens nicht nur die Sande teilweise völlig entfernt und z. B. die Kalkfläche der Matanyaebene reingefegt worden; es ist sogar im Bereich des Ngami der Salzmergel auf der Südseite stark erodiert — vielleicht völlig zerstört worden (z. B. bei Litutwa). Ferner wird, entsprechend dem Gesetz von der Anhäufung der Sande an den Ufern stark fließender Ströme, diese hypothetische Stromzone von einem mächtigen Sandgürtel begleitet — im S.O. von dem Rand des Beckens, im N.W. von dem Sandgürtel nördlich des Ngami. Letzterer beginnt vielleicht schon im Gebiet zwischen dem sogenannten Norton Shawtal und Belltal und ist am Ngami sehr deutlich entwickelt. Ob er weiter nach N.O. sich hinzieht, ist nicht bekannt. Dagegen spielt er westlich des Mababesumpfes eine große Rolle, nämlich als Kankuschwelle, die, wie ich glauben möchte, als die zwischen den beiden großen Stromzonen — Rooibock- und Groot Laagte — stehengebliebene Masse von Kalaharisand und -kalk aufzufassen ist. Es liegt auch nahe, die zwischen den heutigen Stromzonen des Tauche, Tso u. s. w. gelegenen Schranken auf diesen stehengebliebenen Rest der Kalaharisandmasse zurückzuführen.

Warum haben gerade die beiden Stromsysteme der Rooibock- und Groot Laagte solche erodierende Kraft entwickelt?

Auf diese berechtigte Frage läßt sich folgendes erwidern. Man darf annehmen, daß die Niederschläge von S. nach N. gleichmäßig oder mit Schwankungen abnahmen. Nun liegt das Quellgebiet des Okavango zwischen dem 10° bis 15° s. Br., das der beiden anderen annähernd zwischen dem 20°—22°. Demnach nahm die Zufuhr an Wasser bei diesen eher ab, und führte vermutlich zu einer Trockenlegung des Sandfeldes der Omaheke, das einst dem heutigen Sumpfland ähnlich gewesen sein dürfte, als im Norden am Okavango das Sumpfland

noch in vollem Umfang bestand. Wir sahen ja, daß ein altes Sumpfland mit zahllosen Flußbetten das ²Kungfeld erfüllte.

Was mußte die Folge sein?

In jedem Sumpfland muß die Hochflut infolge des Widerstandes des stehenden Wassers und der Ausbreitung auf breitem Raum an Erosionskraft verlieren, sobald jenes aber trockengelegt wird, können sich Flußläufe einschneiden und stark erodierend wirken.

Die aus Damaraland kommenden Fluten rissen also tiefe Betten ein und erreichten als schnellfließende Ströme mit bedeutender Erosionskraft das Gebiet des heutigen Okavangobeckens, während von N.W. her die Gewässer des Okavangosystems auch fernerhin ein breites Sumpfland mit geringerer Erosionskraft bildeten. Deshalb verrichteten die südwestlichen Flüsse die hauptsächlichste Erosionsarbeit und gaben dem heutigen Becken die Form, zumal diese als Gebirgsflüsse zu starkem plötzlichen Anschwellen neigen mußten.

Welche Entstehung haben nun aber die Seebecken, die der Stromzone der Groot Laagte eingeschaltet sind? Diese sind vielleicht Erweiterungen der sekundären Stromzonen, die vor Hindernissen durch Stauung entstanden. Wurde dann das Hindernis durchbrochen, so konnten die abfließenden Gewässer infolge der gesteigerten Strömung erodierend wirken. Am Mababobecken macht solche Erklärung keine Schwierigkeit, vorausgesetzt, daß ein Durchbruch durch die Kankuschwelle nach N. zum Kwando oder nach N.O. zum Sambesi erfolgte.

Weniger klar ist die Entstehung des Ngami. Seine gegen den Ngamifluß spitz zulaufende Gestalt deutet auf eine erhebliche Beteiligung dieses Flußbettes bei seiner Entstehung hin. Es ist denkbar, daß der Ngamifluß, der Tamalakane, der Botletle ihre Entstehung alten Flußrinnen aus der Zeit der Aufschüttung des Kalaharisandes verdanken, also letzte Reste der primären Stromzonen sind. Vielleicht war der Ngamifluß ein starker Arm der Stromzone der Groot Laagte, der sich mit einem aus Norden kommenden Strom oder Stromsystem, von dem der heutige Tamalakane übriggeblieben ist, nach dem Makarrikarribecken fortsetzte. Von den damals zahlreichen Betten dieses letzten Stromsystems wäre dann nur der Botletle durch späteres Einschneiden in die Sandmassen und später in den Kalk erhalten geblieben.

Vielleicht entstand der Ngami aber erst in ziemlich später Zeit. Denn wenn das Becken einer Stauung seine Entstehung verdankt, so könnte am Nordostende des Sees ein Hindernis die Fluten der Groot Laagte aufgehalten und in den Ngamifluß gedrängt haben. Ein solches Hindernis konnte geschaffen werden in der Periode der Ausbildung der Stromzonen dritter Ordnung durch die Fluten und Sandaufschüttungen des Okavango, speziell des Boro.

Die Stromzonen dritter Ordnung.

Im Süden nahmen die Niederschläge, wie wir sahen, zuerst ab. Wie sich also zuerst Flußbetten tief einschnitten, so hörte auch der Zufluß überhaupt zuerst dort auf. Nun kamen die Gewässer des Okavango, die damals bereits zur Ausbildung tiefer Flußbetten übergegangen sein mögen, zur Geltung. Sie breiteten sich in der geschaffenen Niederung fächerförmig aus, durchbrachen aber auch die zwischen den beiden ehemaligen Stromzonen — Rooiboeklaagte und Groot Laagte — stehen gebliebene Schranke der Kankuschwelle, füllten die breite Niederung der Groot Laagte — Ngami, Mababe — an und hielten auch die alten Wege zum Makarrikarribecken offen, resp. schufen einen Zugang.

Wie diese Prozesse im einzelnen verlaufen sind, kann man jetzt natürlich nicht wissen. Das Wasser der Groot Laagte z. B. hat sicher nicht plötzlich, auch nicht allmählich aufgehört. Gewaltige Stöße der Hochgebirgswasser sind wiederholt vorgekommen, und möchte ich dieser Periode die Entstehung der Lagunen, Sandwälle und Seebecken zuschreiben, die westlich des Ngami liegen

und die sich gerade in der Zone finden, wo einst die Fluten des Tauche und der Groot Laagte zusammengestoßen sein müssen.

Ein Vorgang wird sicherlich eine große Rolle gespielt haben, nämlich die Sandanhäufung an den Ufern. Dadurch werden Wälle geschaffen, die die Flußbetten trennen. Namentlich, wo zwei Gewässer aus verschiedenen Richtungen zusammenstoßen, und ebenso da, wo sich ein Strom teilt, wie es der Okavango tut, muß ein Kampf entstehen und der stärkere Fluß den schwächeren abdämmen. Dann tritt in ersterem Fall Stauung ein, eventuell zu einem Seebecken, mit Anhäufung von Sandmassen durch den gestauten Fluß, im anderen Fall wird der schwächere abgedämmte Flußarm des Zuflusses beraubt, verödet und sein Gebiet trockengelegt.

Prozesse dieser Art haben sicherlich eine wichtige Rolle gespielt, als die Fluten der Groot Laagte und Reeibocklaagte schrittweise versagten und den Fluten des Okavango allein das Feld überließen.

Auf einen Punkt sei hier noch kurz hingewiesen. Sollte es sich herausstellen, daß während der Pluvialzeit trockene „Interpluvialzeiten" mit erheblicher Windwirkung stattgefunden haben, so könnten diese auf die Sandverteilung wesentlich eingewirkt und z. B. Ost- und Südostwinde den auffallenden Sandrand auf der Nordwestseite des Okavangobeckens geschaffen haben.

Die Ausgestaltung der Oberfläche des heutigen Sumpflandes.

Wie wir sahen, setzt sich das Sumpfland des Tauche aus drei verschiedenen Faktoren zusammen, einem Netzwerk von Ebenen, Inseln in den Maschen und tiefen schmalen Stromrinnen.

Die Entstehung der Inseln und Ebenen ist nicht schwer verständlich. Die Ebenen sind die Regionen schnellsten Fließens, die Inseln die Sandwälle an den Strömen. Indem letztere mit den Hochfluten wechseln und dabei die Wälle durchbrochen werden, entsteht das Netzwerk von Ebenen, das Gewirr von Inseln, die das heutige Sumpfland erfüllen. In diesem Stadium blieb jedoch das Sumpfland nicht stehen. Die Wassermassen nahmen ab, vor allem in dem besonders rasch trockener werdenden Süden. Die Sandwälle und -hügel tauchten als Inseln auf und bedeckten sich mit Wald, sodann aber schnitten sich neue Rinnen ein, und zwar selbstverständlich in die mit Sumpf erfüllten Ebenen. So entstand das heutige Rinnensystem.

Also nicht nur zahlreiche trockene Flußbetten, nicht nur ausgetrocknete Seen, nicht nur die rapide Austrocknung des Tauchegebiets im Großen spricht für eine entschiedene Wasserabnahme im Sumpfland, sondern auch die Details der Oberflächenformen.

Die Verteilung der Sedimente des Tauchegebiets.

Mit obiger Auffassung stimmt gut überein die regionale und vertikale Verteilung der Sedimente des Tauchesumpflandes.

War das Becken ursprünglich mit Kalaharisand erfüllt und wurde es erst durch Erosion geschaffen, so muß ein Teil der Flußsande innerhalb des Beckens noch alter Kalaharisand sein, der mehr oder weniger umgelagert wurde. In und längs den Strömen wurde Sand abgelagert, in den Schilfsümpfen mit stehendem Wasser dagegen vegetabilischer Schlamm nebst etwas Sand, Tonerde, Kieselsäure, Kalk u. a. Sind die Ebenen aber ursprünglich unter Anhäufung von Sandwällen in den Kalaharisand eingeschnitten und nachträglich mit einer Schlammschicht bedeckt worden, so muß auf das fließende Wasser stehender Schilfsumpf gefolgt sein. In diesen schnitten sich dann aber infolge von beschleunigtem Abfluß bei Wasserabnahme im Süden die heutigen Rinnen ein.

So wird denn auch durch die Lagerung der Sedimente die Wasserabnahme bewiesen.

Die regionale Verschiedenheit der Sedimente aus der jüngsten Zeit besteht vorwiegend in der Ablagerung von Sanden im Ärmel, von Schlamm in den südlicher gelegenen Sümpfen des Beckens und wird durch die stärkere Wirkung der Hochflut in dem engeren Kanal erklärt.

Der heutige Austrocknungsprozeß.

Die Entwicklung des Sumpfgebiets ist durch die beständige Abnahme der Wassermengen des Okavango zu erklären. In der jüngsten Zeit scheinen sich aber akute Veränderungen zu vollziehen, nämlich die Verödung des Tauche und Sselinda. Wie sind dieselben zu erklären?

Wo Flüsse zusammentreffen und ebenfalls wo sie sich teilen, muß sich ein Kampf zwischen den Armen entwickeln, entsprechend dem Gesetz der Anhäufung von Sandwällen an den Ufern. Jeder Flußarm sucht den andern abzudämmen, der stärkste gewinnt. Die abgedämmten Flüsse aber veröden, und ihr Sumpfgebiet trocknet auf. Dieser Vorgang dürfte bei der Verödung der hiesigen Sumpfländer von der allergrößten Bedeutung gewesen sein.

Am Okavango scheint er sich jetzt abzuspielen. Der Kampf zwischen Tauche, Tso und Sselinda hat sich zugunsten des geradeaus fließenden Tso entschieden. Die beiden anderen seitlich abbiegenden, und deshalb ungünstiger gestellten Flüsse werden abgedämmt, ihre Sumpfgebiete veröden.

Über den Sselinda sind wir nicht orientiert, am Tauche aber verlief er wohl folgendermaßen.

Der Tauche erfüllte ursprünglich nicht nur den Ngami, das Wasser floß sogar zum Botletle ab. Als *Livingstone* den See entdeckte, war diese Phase bereits überwunden und ein Stillstand eingetreten. Denn er sagt ausdrücklich, das Wasser des Ngamiflusses stagniere, es wäre theoretisch möglich, daß der See nach dem Tamalakane, letzterer aber nach dem See abflösse, allein dieser Vorgang sei nie beobachtet worden. Sehr rasch hat sich aber die nächste Phase eingestellt, nämlich der Ngamifluß begann nach dem See abzufließen. Gleichzeitig versagte allmählich der Tauche. Kompensierend gewissermaßen trat der Ssiroë, wohl aus dem Boro kommend, an seine Stelle, allein dieser Ersatz genügte nicht. Nun kam die Zeit, wo der Tauche den See nicht mehr erreichte und sein Sumpfland rapide nach Norden zurückwich. Infolgedessen verschwand der Ngami, ich möchte sagen, über Nacht. Der Ngamifluß hörte aber auch auf zu existieren. Wohl füllt ihn jetzt noch der Tamalakane im ersten Drittel an, bei abnormer Flut wird auch der See selbst erreicht, allein selbst wenn letzterer teilweise wieder gefüllt wird, trocknet er sehr bald wieder aus und mit ihm der Ngamifluß.

Es mag ja sein, daß die Schilfböte der Makuba durch Verstopfung der Tauchearme den Prozeß der Verödung beschleunigt haben — Stauungen des Wassers in [2]Kurube deuteten ja darauf hin —, allein ich glaube nicht, daß diese Erklärung ausreicht, den seit langer Zeit spielenden Prozeß beständiger allseitiger Wasserabnahme zu erklären. Vielmehr entwickelt sich vor unseren Augen das interessante Bild des Absterbens eines ganzen Stromsystems im Konkurrenzkampf mit dem siegreichen Gegner, das Absterben des zugehörigen Sumpflandes und die Umwandlung desselben in das trostlose Sandfeld der Kalahari, ein Prozeß, der sich einst wiederholt in viel größerem Maßstab an den trockenen Flußbetten dieser Steppe vollzogen und zur Entstehung der heutigen Sandfelder geführt haben dürfte.

VI. Die Verwandlung des Sumpflandes in die Kalaharisteppe.

Betrachten wir nun die Umgestaltung des trockengelegten Sumpflandes und die dabei wirksamen Kräfte näher!

1) Die Umwandlung des Sumpflandes.

Die Veränderungen, die das abgestorbene Sumpfland erleidet, bestehen einmal in einem wesentlichen Wechsel der Vegetation. Die typischen Flußwaldbäume sind verschwunden und an ihre Stelle die Steppenbäume getreten. Der Kameldorn, der auch im Uferwald eine wichtige Rolle spielt, herrscht vor, daneben haben sich aber die Bäume des Vleybusches, und auf stark sandigem Boden sogar Mochonono, Mohata, kurz typische Bäume der ödesten Kalahari angesiedelt. Umwandlung erleiden auch die Oberflächenformen. Die Flußtäler werden ausgefüllt, die steilen Gehänge verwaschen, die grauen sandigen Schlammböden der Niederungen und Flußbetten verwandeln sich in humosen Sand. Das ganze Land also wird sandiger, die Niveauunterschiede undeutlicher, verschwommen. Je mehr wir uns von dem Sumpfland nach Westen zu entfernen und dem Sandfeld der Kalahari nähern, um so stärker macht sich die Veränderung in dem beschriebenen Sinne geltend.

In dem Gebiet westlich Harrys Kraal kann man z. B. die Oberflächenformen des alten Sumpflandes noch erkennen, allein das Land gleicht doch schon ganz den Vleybuschgebieten der Kalahari, und verlassen wir die Zone alter Flußbetten mit ihren Rücken und Rinnen, in denen die zahlreichen Vleys — Reihervley u. s. w. — liegen, so stehen wir mitten in der Kalahari. Der Sand hat rötliche bis rote Farbe angenommen, die Niederungen und Laagtes grauen humosen Sand, aber auch hier lassen sich die wesentlichen Oberflächenformen des Sumpflandes noch erkennen, nämlich die Erhebungen von Sand, der zwar nicht weiß, sondern rötlich ist, im übrigen aber dem Flußsand gleicht, sowie die Senkungen mit grauem, humosem Sand, der sich von dem sandigen Schlammboden der Sumpflandniederungen nur durch viel geringeren Gehalt an tonighumosen Substanzen unterscheidet. Je weiter wir uns von dem Sumpfland entfernen, um so größer wird hier der Unterschied.

Man hat also die außerordentlich wichtige Tatsache festzustellen, daß das Sumpfland unter allmählicher Veränderung der Vegetation und des Bodens in das Sandfeld der Kalahari übergeht.

2) Die Umwandlung der Schlammsedimente.

Die Ursachen für die Veränderung der Fluß- in Steppenvegetation sind nicht schwer verständlich. Die Abnahme der Bodenfeuchtigkeit muß die typische Flußvegetation vernichten. Das Abbrennen der Wälder zwecks Anlage von Feldern beschleunigt ihren Untergang, und auf den verlassenen Feldern wächst nur die Steppenvegetation nach.

Von den sonstigen Veränderungen läßt sich die der Oberflächenformen auch unschwer verstehen. Wird ein Sumpfgebiet trockengelegt, so muß die Wirkung der Atmosphärilien einsetzen. Der Regen verwäscht die steileren Böschungen der Platten, Rücken und Flußrinnen und flacht sie ab, der Wind aber verweht die losen Flußsande, verschüttet viele der schmäleren Arme und Senkungen, während die größeren Ebenen bestehen bleiben.

Nicht ohne weiteres erklärbar ist dagegen die Umwandlung der Schlammablagerungen in dem Sinne zunehmender Anreicherung von Quarzsand und Abnahme der tonig-humosen Bestandteile. Um solche Umwandlung herbeizuführen, sind besondere Kräfte erforderlich und letztere nicht schwer zu finden.

Wir wollen zunächst einmal die Veränderung der Sedimente des Ngami seit seiner Trockenlegung näher betrachten.

Die Aschen- und Schilfablagerung wird durch den Wind in hohem Grade beeinflußt. Das leichte trockene Aschenpulver wird auf den abgebrannten Schilfflächen emporgeblasen, die Schilfkampen, die aus Schilfwurzeln, Erde, Asche sich aufbauen, werden bloßgelegt und der schnellen Zerstörung durch Feuer, Fäulnis und Regen preisgegeben. Sie sind also auch nicht von langem Bestand. So wird denn diese jüngste Ablagerung sehr schnell vernichtet, und auf so manchen Flächen grauen Schlammbodens am Ngami sind heutzutage nur noch Schilfwurzeln und niedrige Schilfkampen der letzte Rest einer ehemaligen Schilf-Aschenschicht. Das Resultat der Zerstörung ist jedenfalls die Herausbildung einer flachen Vertiefung mit harter Schlammoberfläche.

Wie erfolgt nun aber die Umwandlung der Schlamm-Ablagerungen?

Begeben wir uns an das Nordende des Ngami. Dort keilt sich die Schlammschicht über dem weißen Flußsand aus. Gerade in der Grenzzone zwischen Sand und Schlamm haben sich Scharen von Erdeichhörnchen angesiedelt, und ihre Bauten durchwühlen weit und breit den Sand. Wahrscheinlich finden die Tiere in dem Schlammboden an den alten Wurzeln und den vegetabilischen Resten reichlich Nahrung.

Betrachten wir nun einen solchen Bau näher (Blatt 19, Fig. 6 und 7). Die Gänge kommen ziemlich steil aus einer wahrscheinlich bedeutenden Tiefe herauf, aber nahe der Oberfläche biegen sie um und münden mit spitzem Winkel. Dabei verzweigen sie sich 10—20 cm unter der Oberfläche zu einem unentwirrbaren Netzwerk. Jeder Gang mündet mit mindestens 2 Armen. Jeder der Arme ist 20—30 cm lang, die Teilungsstelle 10 cm tief. Auf dem Querschnitt zeigt also jede Mündung folgendes Bild. Der handgelenkdicke Gang, in den man mit der Hand nur unter Zerstörung des Ganges eindringen kann, biegt nach 20—30 cm in 10 cm Tiefe steil nach abwärts. Vor jeder Mündung liegt aber ein Fächer aus heraufgeschafftem Sand und Schlamm.

Würden die Gänge senkrecht oder nahezu senkrecht münden, so bestände der geologische Effekt lediglich in dem Herauswerfen von Erde aus der Tiefe. Vorliegende Bauart führt aber außerdem zu einem Zerstampfen des Bodens. Denn der schraffierte Teil d über der Mündung (Fig. 6) wird von jedem schweren Tier niedergetreten. Wer einmal über Baue von Erdeichhörnchen gegangen oder geritten ist, kennt sehr wohl die unangenehme Erschütterung bei jedem Schritt und Tritt, die durch das Zusammenbrechen der Erde erfolgt. So mancher Reiter ist beim Galopp über Erdeichhörnchenbaue gestürzt. Daher fürchtet und vermeidet man sie ängstlich. Den großen Tieren geht es selbstverständlich wie dem Menschen und dem Pferd. Die Herden von Antilopen und Zebras, kurz alle großen Säugetiere, die heutzutage, und in früherer Zeit noch viel zahlreicher, das Feld betreten, zerstampfen und zerwühlen den Boden über jedem Erdeichhörnchenbau.

Am Ngami kann man die Wirkung gut beobachten. Die Erdeichhörnchen durchbrechen die Schlammdecke und werfen den weißen Sand aus der Tiefe hinaus, Schlammboden und Sand werden beim Zerstampfen der Baue durchmischt, und das Resultat ist ein schlammhaltiger Sand, während die Schlammschicht gänzlich zerstört wird. Ein solcher Sand umrandet in wechselnder Breite den Ngami, besonders am Nordende.

Nun ist es kein Zufall, daß die Herden der großen Säugetiere gerade die Baue der Erdeichhörnchen zerstampfen. Auf dem Schlammboden und in dem Sand am Rande desselben wachsen nämlich mit Vorliebe in Tausenden von Exemplaren die Kürbisarten, deren Früchte von dem Wild so gern gefressen werden. Die Makapana ersetzen ja in der trocknen Zeit dem Wild das Wasser. Deshalb versammeln sich die Herden gerade in den Makapanaregionen, und daher die überaus energische Einwirkung der Erdeichhörnchen auf die Bodenveränderung.

Mit dieser Durchmischung von Sand und Schlammboden unter dem Einfluß der Erdeichhörnchen und Herdentiere ist es nun freilich nicht abgetan. Auf den kahlen grasigen Flächen entfaltet der Wind eine energische Tätigkeit. Den Schlammboden zermalmt jeder Fußtritt, Staub wird aufgewirbelt und in Wolken davongeführt. Geradezu entsetzlich ist der Staub, den ein Wagen verursacht. Er ist in eine schwarze Wolke gehüllt, die für Tiere und Treiber eine Qual ist. Im Gebiet dieser Schlammflächen den Trocheameter am Wagen abzulesen, war stets ein besonderer Genuß. Derselbe Staub wird aber auch in dem Gemisch von Sand und Schlamm aufgewirbelt. Als ich im Juli 1898 von Maschabing nach Toting reiste, war der ganze Ngami bei heftigem S.O.-Sturm ein Staubmeer. Der Effekt besteht naturgemäß in einer Ausfuhr der leichten staubigen Bestandteile unter relativer Anreicherung des Quarzsandes bei absoluter Stoffabnahme.

Genau dieselbe Wirkung haben selbstverständlich die grasenden und galoppierenden Herden. Auch sie wirbeln gewaltige Staubmassen mit ihren Füßen auf, zumal der Besuch der Makapanafelder in die Zeit der größten Trockenzeit und der stärksten Winde fällt. Nicht unwichtig sind auch die Perlhühner, die gerade in den vom Wasser verlassenen ehemaligen Sumpfgebieten in großen Schwärmen leben. Schon auf eine Entfernung von vielen hundert Metern erkennt man ihre Anwesenheit an den hohen stehenden Staubwolken, die sie beim Scharren nach Wurzeln auf dem grauen Schlammboden aufwirbeln.

Weitaus die größte Wichtigkeit dürften aber die Ameisen und Termiten haben. Dieselben Ringe und Haufen, wie in dem Sandfeld der Kalabari, die über flachem Sand zur Bildung des Decksandes führen, sind auch in enormer Zahl in dem Alluvialboden des verlassenen Sumpflandes zu beobachten, ja nirgends dürften sie in solcher Zahl und mit solcher Regelmäßigkeit auftreten, als gerade hier. Ameisen und Termiten bringen die Erde der Tiefe — Sand oder Schlamm — an die Oberfläche, auf der kahlen Fläche verweht sie rasch der Wind. Die leichten, feinen, dunklen Bestandteile werden herausgeblasen, der schwerere Quarzsand bleibt zurück.

Dieser Prozeß, den man am Ngami mit größter Klarheit und Deutlichkeit beobachten kann, ist nun tatsächlich überall vorhanden. Ebenso wie hier, wirken Wind und Tiere auf den grauen Schlammflächen des Tauche. Auch dort durchbrechen Erdeichhörnchen die Schlammdecke, auch dort erzeugen sie gemeinsam mit den Herdentieren den Schlammsand, auch dort bläst der Wind, unterstützt von wühlenden, wälzenden, stampfenden Tieren, gewaltige Staubmassen davon und trennt die leichten und schweren Bestandteile. Das Resultat ist ein grauer humoser Sand.

In dem in jüngster Zeit trockengelegten, zeitweilig wieder überschwemmten Land fehlen alle Bodentiere. Es vergeht einige Zeit, bis sie sich auf dem neuen Terrain angesiedelt haben. Auch werden sie wohl öfters durch abnorme Hochfluten auf weite Strecken hin wieder vernichtet. Deshalb fehlen sie auch dem periodisch überfluteten Gebiet. Dagegen spielen alle diese Faktoren in dem längere Zeit hindurch trocken gewesenen Gebiet eine große Rolle. In dem Übergangsgebiet zur Kalahari, wo dichter Steppenbusch das Land bedeckt, nimmt die Windwirkung naturgemäß ab. Außerdem ist dort der graue Boden schon so stark gereinigt, daß einfaches Gehen und Scharren keinen Staub mehr aufwirbeln läßt. Melonen und Herdentiere weichen auch zurück, dagegen bleiben in voller Tätigkeit Ameisen und Termiten. Ihre Haufen fehlen nirgends, der Wind bläst bei ihrer Zerstörung den Staub heraus, und der Sand bleibt zurück.

Höchst instruktiv sind die Verhältnisse in den Niederungen südwestlich von Harrys Kraal, also in dem Übergangsgebiet zur Kalahari. Dort besteht der Boden der Niederungen scheinbar aus hellem Sand. Allein dieser bildet in Wirklichkeit nur eine 1—2 cm dicke Schicht — Sandhaut —, darunter liegt grauer bis schwärzlicher humoser Sand, der denn auch durch unzählige Ameisenringe und

Termitenhaufen an die Oberfläche gebracht wird. Der helle Sand entsteht aus diesen Haufen durch Ausblasen des humosen Staubes.

Derartige Beobachtungen kann man allenthalben machen, in dem trockenen ehemaligen Sumpfland, in dem Übergangsgebiet zur Kalahari, in dem Sandfeld der Kalahari selbst. Der Prozeß der Saigerung ist an und für sich leicht verständlich. Seine geologische Bedeutung hängt lediglich von der Intensität der verschiedenen Faktoren — Wind und Tiere — ab, und diese wirken in dem fraglichen Gebiet überall in großem Maßstab. Sobald das der Fall ist, muß aber auch ganz naturgemäß die Umwandlung des Sumpflandes mit seinen Schlammböden in eine Sandsteppe früher oder später erfolgen.

Der geologische Effekt ist indes nicht überall gleichartig. Das Resultat hängt von der ursprünglichen Beschaffenheit des Schlammbodens ab.

Bei Beckenschlamm, der wesentlich aus feinem, vegetabilischem Schlamm mit chemisch niedergeschlagenen Mineralstoffen — Eisen, Kalk, Kieselsäure — besteht, wird je nach Mächtigkeit und Untergrund das Endresultat verschieden sein. Ist er sehr mächtig, so wird er zunächst durch Winderosion entfernt. Liegt er auf hartem Boden — Gestein —, mit dem er nicht durch wühlende Tiere vermischt werden kann, so kann er bei Fehlen von Grundwasser sogar vollständig entfernt werden. Liegt er dagegen über Sand, so wird ein grauer humoser Sand übrig bleiben. Dasselbe ist der Fall in der Randzone, wo sich der Beckenschlamm als dünne Decke auskeilt — z. B. am Ngami. In jedem Fall muß sich auf diese Weise ein ursprünglich mit Schlamm erfülltes Becken in eine Hohlform verwandeln können.

Etwas anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Ablagerung schlammig-sandig ist. Dann ist selbst bei ziemlicher Mächtigkeit die Umwandlung in humosen Sand gegeben, da nur der „Schlamm", nicht der Sand herausgeblasen wird. Die Tiefe der Umwandlung hängt von der Tiefe der Baue von Ameisen und Termiten, resp. von etwaigem Grundwasser, die Größe der Vertiefung aber von dem Mengungsverhältnis von Schlamm und Sand ab. Je mehr Schlamm, um so tiefer kann die Aushöhlung werden. In jedem Fall aber wird das Endresultat ein mehr oder minder humoser Sand in einer Niederung sein. In dem von Flüssen durchströmten Sumpfland ist also die Bildung des letzteren zu erwarten, bei abgeschlossenen Becken aber die einer Hohlform.

Die Verhältnisse in dem Übergangsgebiet zur Kalahari und in dieser selbst bestätigen tatsächlich diese Ausführungen. Der Boden der Niederungen und Flußläufe nimmt, je näher der Kalahari, um so mehr den Charakter eines humosen Sandes an, und es bedarf wohl kaum des Hinweises darauf, daß dieser graue humose Sand lediglich der so oft genannte und mit besonderem Buschwald bestandene Vleysand der Kalahari ist. Auf die Entstehung mancher Hohlformen durch Winderosion von Schlamm in der Kalahari werden wir noch zurückkommen müssen.

3) Der gelbe Sand.

Wiederholt hatte ich Gelegenheit, im ²Kungfeld einen gelben bis gelbbraunen Sand über weißem Sand zu erwähnen. Die Entstehung dieses Sandes wurde bisher nicht besprochen, sie gleicht aber genau der des Sandschlammgemisches am Ngami und war bei Jil²noa z. B. gut zu studieren. Dort durchwühlen Erdeichhörnchen, Mäuse, Ameisen, Termiten den ausgetrockneten, an Eisenhydroxyd reichen Schlammboden und vermischen ihn mit dem liegenden weißen Flußsand. Der schwarzbraune Humus verwandelt sich durch Austrocknen und Oxydation in mulmigen leichten Staub und wird ausgeblasen. Dieser Mischungs- und Saigerungsprozeß wird durch die Hufe der Tiere, die zum Wasser kommen, ganz wesentlich beschleunigt. Das Resultat ist der gelbe eisenschüssige Sand. Genau denselben Sand findet man auch am Ngami selbst, z. B. westlich des

alten Lagers in Maschabing, und zwar hat er dieselbe Entstehungsgeschichte hinter sich, wie in den Flußläufen des ²Kungfeldes.

Der Prozeß der Umwandlung der Sedimente besteht also in einer Saigerung durch den Wind. Aber diese wird erst durch die Arbeit der Bodentiere, sowie die Hufe der großen Tiere ermöglicht. Deshalb sei dieser Prozeß, der eine gewaltige Rolle spielt und dem die Kalahari ganz wesentlich ihre heutige Beschaffenheit verdankt, in Zukunft unter dem Namen zoogene Windsaigerung wiedergegeben, die den Boden durchwühlende, durchmischende Tätigkeit der Tiere aber als zoogene Bodendurchmischung bezeichnet. Diese Bezeichnungen möchte ich für zweckmäßig halten. Denn diese Prozesse müßten sonst mit Sätzen umschrieben werden.

4) Der rote Sand.

Die Flußsande sind weiß und kalkhaltig. Auch sie machen einen Prozeß der Umwandlung durch, der in folgendem besteht. Einmal wird der Kalk aufgelöst und in die Tiefe geführt, sodann tritt aber eine Oxydation des Eisens und damit Rotfärbung ein. Diese Rotfärbung dürfte mit der Austrockuung des Sandes zusammenhängen. Denn wenn derselbe periodisch von Wasser bedeckt wird, also z. B. in den Vleys, verwandelt er sich in weißen Sand, der von dem Flußsand der Sumpfgebiete nicht zu unterscheiden ist.

Ein anderer physikalischer Prozeß, der stattfindet, ist der des Festwerdens. Die Flußsande sind weich und locker. Der Kalaharisand dagegen ist hart. Allmähliches Sacken, vielleicht auch die in den oberen Schichten erfolgende Umlagerung durch Wind, die Wurzelentwicklung der Vegetation dürften das Hartwerden des Sandes erklären.

Wir stehen am Schluß eines sehr wichtigen Kapitels. Die Verhältnisse im Sumpfland, die Flußläufe und ihre Verbreituug, die Auhäufung der Sande, die Ablagerung der Schlammlager, die Trockenlegung der Sumpfgebiete infolge Abnahme der Wassermassen und des gegenseitigen Kampfes der Flüsse, und schließlich die Umwandlung der Sedimente nach der Trockenlegung durch zoogene Windsaigerung und Bodendurchmischung, alle diese Verhältnisse erklären die Entwicklung der Kalaharisteppe, ihrer Sande und Oberflächenformen.

Anmerkungen.

[1]) *Schulz*: The New Africa. London 1897. S. 115, 121 und Bemerkungen auf der Karte.
[2]) *Gibbons* in Geogr. Journal 1901.
[3]) *Reid*: Journey into the Linyanti Region. Geogr. Journal 1901.
[4]) *Livingstone*: Missionsreisen Bd. 1.
[5]) *Holub*: Sieben Jahre in Südafrika. Wien. Bd. 2 S. 491.
[6]) *Livingstone*: Missionsreisen.
[7]) — Missionsreisen. S. 101.
[8]) *Schulz*: l. c. S. 94 und 338.
[9]) *Gibbons*: l. c.
[10]) *Livingstone*: l. c. S. 272.

Kapitel XXVIII.

Von Ssebituanes Drift nach Ntschokutsa.*)

Im zwölften Kapitel lernten wir die Kalkflächen, in die der Botletle bei Ssebituanes Drift eingeschnitten ist, kennen. Wir wollen von Rakopes Dorf aus die Wanderung zu dem Kumadausee und den Salzpfannen fortsetzen.

I. Von Ssebituanes Drift nach Pompi.

Am Nachmittag des 14. Oktober fuhr ich über Rakopes Dorf auf dem erst seit $1^1/_2$ Jahren eröffneten neuen Weg weiter, der quer durch den ehemaligen See Kumadau von F. Müller gebahnt wurde, und übernachtete auf halbem Wege nach Massinyes Dorf. Nach kurzem Morgentrek erreichten wir dieses und blieben dort bis zum Nachmittag. Die Landschaft gleicht hier völlig dem verlassenen Sumpflande zwischen 'Gau und Maschabing — weite Ebenen mit staubigem Schlammboden, flache Rücken und Platten aus kalkreichem Sand bis Kalksandstein, auf denen Palmen und Kameldornbäume stehen. Der Lauf des Botletle aber ist im Norden an einem fernen Waldstreif erkennbar.

Hier traf ich Herrn Müller, der aus Palapye mit Wagen kam und meine Karre nach Kwebo zurücknahm, während ich selbst mit dem Wagen eines Händlers, Herrn Fry, weiterfahren sollte. Am Vormittag des folgenden Tages kam der erwartete Wagen, und ich setzte mit ihm die Reise fort. Mittags hielten wir an Patis Dorf unter hohen Kameldornbäumen. Zwischen Massinyes und Patis Dorf ändert sich die Landschaft nicht wesentlich: weite staubige Ebenen, links in der Ferne ein Schilfmeer, rechts eine bewaldete Platte aus rotem und grünem Chalcedonsandstein, deren Ausläufer etwa 4 km westlich von Patis Dorf überschritten wurden. Dann folgte wieder eine staubige, baumlose Schlammebene, der Boden eines ehemaligen Schilfsumpfes.

Bei Patis Dorf tritt der Fluß dicht an den Weg heran. Sein Bett ist immer noch 250—300 m breit und mit Schilfsumpf erfüllt. Nach O. und S.O. hin erweitern sich die Schilfflächen ganz bedeutend. Die Ufer des Bettes bestehen bei

*) Hierzu Blatt 1, 2 und 19.

Patis Dorf aus einer 4 m hohen Mauer von mürbem Kalksandstein, ganz wie weiter oberhalb, mit Wurzelfasern und verkalkten Röhren.

Am Nachmittag betraten wir sehr bald hinter Patis Dorf eine Niederung, deren grauer Schlammboden und Schilfflächen zur Genüge bewiesen, daß wir durch einen ausgetrockneten See zogen. Es ist dieses der Kumadausee, der zu *Livingstones* Zeit noch voll Wasser war, den die Buren auf ihren Treks in den siebenziger und achtziger Jahren „das Meer" nannten und den *Aurel Schulz* noch im Jahre 1886 in weitem Bogen nach S. umgehen mußte. Zweimal passierten wir trockene Flußarme von 20—30 m Breite und 2—3 m Tiefe. In der Dunkelheit erreichten wir ein Dorf, wo wir übernachteten. Brennmaterial war nicht zu haben, außer trockenem Schilf und Kuhmist.

Am folgenden Morgen (17. Oktober) brachte uns ein zweistündiger Trek durch Schilffelder zu dem Dorf Itumis, nahe Pompis Dorf. An demselben Abend treckten wir noch 5 km weiter in die Nähe von Komes Dorf. Mit Itumis und Pompis Dorf hatten wir den Ostrand des ehemaligen Kumadausees erreicht, eine 4—5 m hohe Platte aus Kalk- und Dolomitsandstein, der ganz oder teilweise verkieselt ist. Auf kurze Entfernung hin wechselt der petrographische Charakter. Im allgemeinen sind es äußerlich grünliche, graue bis schwarzgrüne Chalcedonsandsteine (Nr. 377—380).

Über diesen verkieselten Kalksandsteinen liegen Rinden und Kuchen von hartem Sinterkalk mit Sinterstruktur und Gastropoden (Nr. 381), darüber grauer loser Sand. Die Platten sind mit Mopane, Akazienarten, Hyphaenepalmen und anderen Bäumen bestanden, während in den Niederungen nur Gras oder Schilf zu finden ist.

Zwischen Pompis und Komes Dorf durchquert der Weg eine Ausbuchtung des Sees, die hauptsächlich mit Schilf erfüllt ist. Der Boden hat eine interessante Zusammensetzung. An der Oberfläche liegt eine etwa fußdicke Schicht aus verwesenden Vegetabilien und Asche. Diese geht aber nach unten hin in weißen, leichten, feinen Kalkschlamm über, der ganz zweifellos als Ablagerung in dem alten See aufgefaßt werden muß. Es ist genau derselbe Kalkschlamm, wie in dem Brunnen der Polizeistation (S. 213). Sehr auffallend waren in der Oberflächenschicht die hohlen Schilfstengel, die tief in die Ablagerung als Röhren eindrangen, während die abgebrochenen Stümpfe mit ihren runden Löchern an der Luft frei mündeten.

Im Norden begrenzt die Bucht wieder eine Platte aus verkieseltem Kalksandstein mit überlagerndem, hartem Sinterkalk, der hier an einer Stelle Schalen von Gastropoden führte. Auffallend ist seine Neigung zur Ausbildung rundlicher beckenförmiger Vertiefungen, die überall im Bereich dieses Kalksandsteins bemerkbar ist.

Es wäre von hohem Interesse gewesen, einmal eine detaillierte Aufnahme der topographischen und geologischen Verhältnisse in diesem merkwürdigen Gebiet zu machen, allein gerade während des viertägigen Aufenthaltes hier hatte ich bei heftiger Dysenterie mehrere schwere Fieberanfälle. Deshalb habe ich außer einem kleinen Gang, der mich 1—2 km nördlich des Lagers in die Nähe ausgedehnter Schilfflächen brachte, nichts unternehmen können.

II. Von Pompi nach Ssebituanes Drift.

Am 25. November 1896 erreichten wir von Ntschokutsa aus Pompi, am 27. verließen wir diesen Ort. Der Weg nach Patis Ort existierte damals nur als Fußpfad. Wir mußten in weitem Bogen nach Süden hin den ehemaligen See Kumadau umgehen. Damals stand in den Schilfflächen bei Pompis Dorf noch viel Wasser. Krokodile waren in den Pfuhlen zahlreich und gefährdeten die Wasser holenden Menschen und trinkenden Tiere.

Am Nachmittag des 27. November machten wir einen kleinen Trek, der anfangs am Rande der Platte herging, die das Schilfbecken begrenzt, jedoch bald nach Süden zurücktrat, und zogen nun innerhalb des Beckens weiter. Nach Sonnenuntergang spannten wir aus.

Am 28. November ging ich mit einer leichten Eselkarre mit dem Prospektor Reckham und dem an Dysenterie schwerkranken Hawkey voraus. So kamen wir viel schneller vorwärts als die schwerbeladenen Eselwagen. Wir machten einen langen Morgentrek von 6—10 Uhr über flache grasige Niederungen mit grauem harten Schlamm — dem ehemaligen Seeboden —, während im Süden in einiger Entfernung ein bewaldeter Plateaurand liegen blieb, und hielten schließlich am Rande einer trockenen Schilffläche. Um halb vier Uhr ging's weiter über eine breite Niederung mit Schlammboden, auf dem Salzreif ausgeblüht war und die in die alte Seefläche überging. Hinter derselben — 5 km jenseits des Mittagslagers — ging's einen sandigen Abhang hinauf, auf dem lokal grünliche glasig glänzende Sandsteine auftreten und in dessen Bereich Busch und hohe Bäume stehen. Im Süden war der bewaldete Plateaurand immer noch sichtbar.

29. November 1896. Vor Sonnenaufgang waren wir unterwegs. Der Marsch ging bei herrlichster Morgenbeleuchtung über weite grasige Ebenen mit Baumstreifen und schlanken Hyphaenepalmen. Springbockherden waren zahlreich, ebenso Schwärme von Perlhühnern und Koranen. Ein Heuschreckenschwarm bedeckte an einer Stelle alle Büsche. Wie braune trockene Blätter hingen die Tiere dichtgedrängt an den Zweigen.

Nach 9 km berührte der Weg einen mehrere Meter hohen Rand aus Chalcedonsandstein, der mit dichtem, hohem Gehölz bestanden war. Auf der folgenden Strecke kamen wir zu einer ausgedehnten flußbettartigen Senkung, wo wir unter hohen Bäumen über Mittag hielten. In dem alten Flußbett lagen Felder von Mais und einige kleine Wasserlöcher in einer Niederung mit humosem Boden, und in der Nähe ein Dorf — Matscharntschara.

Am Nachmittag passierten wir eine weite Fläche mit grauem Schlammboden, der entsetzlich staubte. Frisches grünes Gras war aufgeschossen, und zahlreiche Springböcke weideten hier. Diese Fläche war eine Niederung in einer 2—3 m hohen Platte, auf der Kameldornbäume und Metswere ohne Unterholz wuchsen. Noch andere ovale und flußbettartige Senken wurden durchschritten, die alle in der genannten Platte liegen. In einer der Niederungen hatten Stachelschweine ihre Baue angelegt und schneeweiße feine Kalkerde, die zwischen den Fingern wie Kreide zerreiblich war, ausgeworfen. Über der Kalkerde lag eine nur 20—30 cm mächtige Schicht grauen staubigen Schlammbodens.

Nach Sonnenuntergang erreichten wir eine Ansiedlung von ca. 50 Hütten, Massinyes Dorf, das aber nicht an derselben Stelle, wie das gleichnamige Dorf auf der Rückreise lag. Nach Norden hin lag im alten Flußbett das Wasserloch.

30. November. Vor Sonnenaufgang waren wir unterwegs. Hinter dem Dorf betraten wir eine weite Ebene, in der im Norden ein ferner Baumstreif das Bett des Botletle anzeigte. Der Boden der Ebene war grauer, an Asche reicher Schlammboden, darunter der erwähnte feine weiße Kalkschlamm. Flußbettartige Niederungen mit vielen Wildgruben sind häufig, und im Osten und Norden, nach dem Fluß zu, lagen viele Ansiedlungen. Die breiten rundlichen Niederungen sind von 2—3 m hohen Platten von folgendem Bau umsäumt.

Oben $1/2$ m grauer humoser Sand,
$1/4$ m knollige harte Kalkbank,
unten 2 m mürber Kalktuff.

Ich bin nicht sicher, ob es mürber Kalksandstein oder sandarmer Kalktuff gewesen ist. Damals kannte ich weder das eine, noch das andere Gestein, und die Handstücke sind verloren gegangen. Ich zweifle aber nicht daran, daß es

sich um mürben Kalksandstein handelte, der ja etwas nördlicher überall die Rücken und Platten bildet.

Mittags hielten wir auf einem solchen Rücken unter hohen Kameldornbäumen. Der Uferwald des Botletle war nur noch $1\frac{1}{2}$ km von uns entfernt. Nachmittags brachte uns ein Trek von $1\frac{1}{2}$ Stunden nach Ssebituanes Drift über die schon beschriebene Ebene.

III. Das Gebiet der Salzpfannen.

Am 21. Dezember 1896 betrat ich zum ersten Mal die Region der Salzpfannen. Am Abend des 23. Dezember brachen wir von der Quelle von Ntschokutsa auf und erreichten am Abend des 25. Dezember das Lager bei Pompi.

Auf dem Rückwege brachen wir am Nachmittag von Komos Dorf auf, erreichten in zwei Treks die Pfanne Makarrikarri und nach zwei weiteren langen Treks in der Nacht und am frühen Morgen die Quelle von Ntschokutsa.

Von Pompi führt der Weg in nordöstlicher Richtung am Rande der mit Schilf erfüllten Niederung hin, die wir auf dem Wege nach Komos Dorf durchzogen. Rechts liegt eine mehrere Kilometer breite pfannenförmige Niederung, die in die Platte von verkieseltem Kalksandstein eingesenkt ist, ähnlich wie das große Seebecken des Kumadau selbst. Etwa 10 km von Pompi entfernt beginnt eine große Pfanne, Pudi molongwana. Hier trifft auch der Weg von Komos Dorf aus ein.

Bereits 1 km östlich des Lagers passierten wir auf letzterem Wege im Oktober 1898 eine kleine ovale Salzpfanne, deren Durchmesser etwa 200 m betrug und deren Boden mit Salzreif bedeckt war. Der darauf folgende Abhang bestand aus Chalcedonsandstein — wohl verkieseltem Kalksandstein. Die Pudi molongwana-Pfanne wurde auf dem Rückweg leider ohne Aufenthalt durchquert, auf dem Hinweg lagen wir jedoch während des Mittags dort, und ich machte daselbst folgende Notizen. Die Pfanne hat einen ovalen Umriß und mehrere Kilometer Durchmesser. Die Ränder sind 5 m hoch, auf der Nordseite ziemlich steil und mit dichtem Busch bedeckt. Unten liegen grünliche Sandsteine, darüber harte Kalke und Kalksandsteine. Auf dem Boden der Pfanne lagen am Rande des Abhangs zahlreiche Schalen von Melania tuberculata, Physa parietalis und Unio kunenensis. Über den Boden der Pfanne habe ich leider keine Aufzeichnungen gemacht. Das Westufer besteht aus sandiger Böschung ohne sichtbares Gestein.

Zwischen dieser und der Makarrikarripfanne liegt eine Platte, auf der unter grauem Decksand massenhaft harter Sinterkalk als Kies und in Schollen zum Vorschein kommt. Die Vegetation ist ziemlich dichter Buschwald aus verschiedenen Akazien, Mopane, Motswere, Mangana, Vaalbüschen.

Die Makarrikarripfanne ist eine 5—6 m tiefe Einsenkung, von der nur der Südrand bekannt ist. Das Ufer besteht daselbst aus grünen und grauen, porösen und glasigen, quarzitischen Sandsteinen, die auf der Ostseite eine ziemlich horizontale Lagerung haben. Diese Sandsteine bilden den Boden der Pfanne und die untersten Partien der Böschung. Am Westrand treten auch Blöcke von rötlichem, brecciösem Gestein auf dem Pfannenboden auf.

Die mikroskopische Untersuchung (Nr. 364—368) hat nun gezeigt, daß es sich um altes Gestein handelt, und zwar sind es quarzitische Sandsteine vom Typus der Oberen, ferner Rotsandstein und Kalkstein vom Typus der Mittleren Ngamischichten. Ein rötliches, kieseliges, sandiges, brecciöses Gestein erwies sich als ein brecciöser, sekundär verkitteter und verkieselter Dolomitgrus der Mittleren Ngamischichten. Dieses Gestein lag in einzelnen Stücken innerhalb der Pfannenausfüllung.

Blöcke von grauem, mürbem und quarzitischem Sandstein, die ebenfalls innerhalb des Pfannensediments in großer Zahl lagen, entpuppten sich unter dem Mikroskop als schwach verkieselte, dolomitische Kalksteine der Mittleren Ngamischichten. Teilweise sind sie brecciös und umschließen Quarz und Chalcedonkörner, d. h. Salzpelit.

Über den Ngamischichten liegt eine Masse aus dickbankigem, weißem Dolomit, der scheinbar brecciös ist, indem mikroskopisch feinkörnige mit dichten Partien wechseln (Nr. 369). Er ist relativ jung und dürfte zu den Botletleschichten gehören, denn über ihm liegen noch Rinden von hartem Sinterkalk. Dieser Dolomit ist auf der Westseite gut aufgeschlossen, auf der Ostseite habe ich ihn nicht bemerkt, da ich den Rand der Pfanne dort beide Male in der Nacht passiert habe.

Das Sediment der Pfanne ist ein salzreicher Sand mit Stücken der Ngamigesteine am Rande, weiterhin mit Platten der Salzpelitkrusten, die wir in der Ntschokutsapfanne näher kennen lernen werden. Bei jedem Schritt bricht der Boden unter dem Fuß zusammen, wie durch Frost gelockerte Erde.

Zwischen dem Pfannensediment und dem Abhang liegt eine flache Böschung aus hellem Sand, der am Sediment mit aufgewölbtem Rand endet — eine Wirkung der Brandung, wenn die Pfannen mit Wasser gefüllt sind. Zahlreiche Gastropoden- und Unioschalen lagen gerade hier angehäuft. Die Makarrikarripfanne wird auf der Ostseite von einem Sandgürtel mit hohem, dichtem Buschwald eingefaßt, auf „hartem Kiesboden“ — so notierte ich auf dem Hinmarsch in der Nacht. Wahrscheinlich ist es Kalkgeröll mit Decksand. Weiter östlich verschwindet das Geröll, und man steigt in eine mehrere Kilometer breite Niederung aus grauem Vleysand hinab, in der auf unserer Hinreise infolge starker Regen das Wasser in breiten Teichen stand. Zahlreiche Ochsenfrösche, aus ihrem Schlaf erwacht, tummelten sich damals umher. Auf dem Rückweg legten wir diese Strecke während der Nacht zurück.

Zwischen dieser Niederung und der Pfanne von Ntschokutsa liegt eine Platte mit Decksand und Geröll von hartem Sinterkalk und Chalcedonstücken, ähnlich der westlich der Makarrikarripfanne.

Die Pfanne von Ntschokutsa ist die letzte der Salzpfannen gegen die Kalahari hin. Ihre Form ist nicht genauer bekannt, nur der Nordrand ist wirklich kartographisch aufgenommen werden. Sie hat aber einen Durchmesser von reichlich 8—10 km und steht möglicherweise im S.W. mit anderen Pfannen in direktem Zusammenhang, von denen eine ein unreines Salz enthält, das von den Eingeborenen gewonnen und nach dem Bamangwatoland exportiert wird.

Die Umrandung ist auf der Ostseite ziemlich steil, etwa 10—15 m hoch und bewaldet. Nach Westen hin verflacht sich der Rand und wird von Sand vollständig verdeckt. An dem Ostrand findet man folgendes Profil (Blatt 19, Fig. 21).

a) Auf der Plateaufläche liegt Decksand mit Stücken von hartem Sinterkalk, der teils aus wulstigen Klumpen mit Rinden und Sinterkreisen, teils aus Überzügen auf Blöcken des liegenden Gesteins besteht.

b) Unter dem Decksand und Sinterkalk folgt eine 3—4 m mächtige Masse aus grauen und bräunlichen Kalksandsteinen mit überschüssigem, amorphem Kalkzement. Mehrere Millimeter breite Rinden aus sandarmem Kalk durchziehen das Gestein. Lokal hat dieser Kalksandstein spiegelnde Flächen. Schichtung ist nicht vorhanden, sondern nur unregelmäßige, wulstige Baukung. Dieser Kalksandstein ist seinem Habitus nach als Pfannensandstein aufzufassen (Nr. 373 — 375).

c) Durch Ausbildung eines halbglasigen Zements gehen die Kalksandsteine nach unten hin in halbglasigen bis quarzitischen Sandstein über, der stellenweise Brocken dichten Gesteins — vielleicht Tonschiefer — enthält. Diese grauen

und graugrünen quarzitischen Sandsteine herrschen in den liegendsten Partien vor, ziehen sich im Niveau des Pfannenbodens am Rand entlang und liegen in Schollen auf dem Pfannenboden in dem Pfannensediment. Sie bilden keine Bänke und Schichten, sondern mehr wulstige Massen. In einem Wasserriß sind sie gut aufgeschlossen. Die Gesamtmächtigkeit ist ca. 10 m (Nr. 370—372).

Innerhalb dieser Sandsteine tritt in dem Wasserriß eine $^1/_2$ m mächtige Masse (d) aus grünen, harten, kieseligen, eckig brechenden Mergelbänkchen auf, die dem grünen, z. T. verkieselten Mergel innerhalb der Mittleren Ngamischichten südlich Ssepetes Dorf am Ngami gleichen. Dieses Mergellager ist nur eine lokale Einlagerung in dem Sandstein und keilt sich, unter Auflösung in zahlreiche kleine Bänke, nach Osten hin aus.

Diese Schichten bauen den Abhang auf, liegen aber nicht völlig horizontal, sondern senken sich nach dem Becken zu mit flachem Winkel. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß Schicht b aus sandigem Kalkstein ohne Verkieselungen besteht. 2 Handstücke aus dem Niveau von c waren junge eingekieselte Sandsteine mit schöner Ausheilung der Quarzkörner. Auch Brocken eines dichten Gesteins befinden sich unter den Sandkörnern.

Professor *Kalkowsky* schließt aus seiner Untersuchung auf junges Alter der Sandsteine. Ich möchte aber doch für möglich halten, mit Rücksicht auf die verkieselten Mergel und die Brocken fremden Gesteins in Nr. 372, daß die tiefsten Partien, von denen Handstücke fehlen, aus älterem Gestein, wahrscheinlich Ngamigesteinen, bestehen, die an der Oberfläche zu Sand zerfallen und daher mit fremden Gesteinsbrocken und Sand untermischt waren, bevor die Einkieselung erfolgte.

Nach Westen hin senkt sich der Pfannenrand, Sand verbirgt zum großen Teil das Gestein. Auf der Westseite liegt auf dem Abhang nur noch Sand, eben Geröll aus hartem Sinterkalk.

An der Quelle, also am Nordrand der Pfanne, tritt der graue quarzitische Sandstein noch einmal zutage, und zwar zu beiden Seiten eines 10 m langen und 2—3 m breiten Grabens, der wohl künstlich angelegt ist. In diesen Graben und mehr unterhalb nach der Pfanne zu liegen die Wasserlöcher in Sand und Erde. Die quarzitischen graugrünen Sandsteine sind nahe dem Graben ganz enorm gestört. Sie bestehen aus 1—10 cm starken Bänkchen, die steil aufgerichtet, gewunden und gefaltet sind. Irgend ein System in das Chaos zu bringen war nicht möglich. Zwischen die Sandsteinbänkchen und Schollen ist Kalktuff eingelagert, und Kalktuff bedeckt auch in wulstigen Bänken den Abhang oberhalb der Quelle und an den Seiten des Grabens.

Wir kommen nun zu den Pfannensedimenten. Auf den halbversandeten Plateaurand folgt auf der Nordseite eine breite Zone aus grauem, losem Sand, der Dornbüsche trägt und Stücke von Sinterkalk, Pfannensandstein, Chalcedon, grauem Quarzit enthält. In ihr liegen die Wasserlöcher mit den gestauchten Sandsteinen. Zwischen dieser Sandzone und dem Pfannenboden liegt eine zweite Sandzone mit Geröll auch aus Kalk und Chalcedon, die aber nur niedriges stacheliges Gras trägt. Beide Zonen sind auf der Ostseite an dem steilen Rand nicht oder nur rudimentär entwickelt. Der Pfannenboden ist völlig vegetationslos und besteht zunächst aus einer ca. 300 m breiten Zone aus hartem, salzreichem Sand und Kies mit eckigen Bruchstücken von Chalcedon und eigentümlichen Chalcedonplatten mit porphyrischer Struktur, nahe dem östlichen Steilrand auch aus Platten des grünlichen quarzitischen Sandsteins des Ufers. Diese Kies- und Gruszone geht unter Kleinerwerden des Kieses über in hellgrauen bis gelblichen Kalkmergel, der sehr salzreich ist und das ganze Innere der Pfanne bedeckt. Die blendend weiße Fläche derselben, die einem Schneefeld gleicht, ist dieser helle Kalkmergel nebst ausblühenden kalkreichen Salzen. Wir müssen nun noch

die Beschaffenheit der Kieszone näher betrachten. Sie setzt sich aus drei verschiedenen Elementen zusammen: a) dem Salzpelit, b) der Salzpelitkruste, c) der oberflächlichen Kiesschicht. Bezüglich der genaueren petrographischen Beschaffenheit verweise ich auf die ausführliche Beschreibung Professor *Kalkowskys*, hier seien nur die Hauptpunkte hervorgehoben.

a) Der Salzpelit (Nr. 382) bildet die tiefste beobachtete Schicht und ist äußerlich ein „Ton", der in feuchtem Zustand bräunlich, in trockenem Zustand dagegen weiß ist. Er läßt sich wie Stearin schneiden, wenn feucht, ist dagegen hart, wenn trocken. Auf dem Querschnitt erkennt man, daß er eine brecciöse Struktur besitzt. Die eckigen Stücke, die über 1—2 cm lang sein können, bestehen aus derselben Masse, wie die Grundsubstanz, d. h. Salzpelit, nur ist letzterer an Quarzsandkörnern meist reicher. Dieser Salzpelit ist ein Natrium-Magnesium-Tonerde-Hydrosilikat. In dieser Grundmasse liegen nun verschiedene accessorische Bestandteile:

α) Sandkörner, hauptsächlich bis 1 mm große Quarzkörner, seltener Sandsteinbröckchen, ferner Chalcedon- und vielleicht Kalksteinkörner.

β) Oolithe von 0.1—0.5, ja selbst 1 mm Durchmesser, die auffallend häufig zerplatzt sind.

γ) Kalkstaub, der stellenweise aus feinsten Rhomboederchen zu bestehen scheint.

δ) Salze sind in reichlicher, aber wechselnder Menge vorhanden, und zwar hauptsächlich $NaCl$, daneben $MgSO^4$. Dagegen fehlt Kali ganz. Interessant ist es, daß in den Salzen etwas lösliche organische Substanz steckt, die sich beim Eindampfen als gelbliche verbrennbare Masse abscheidet.

Welche Tiefe und Ausdehnung dieser Salzpelit hat, ist nicht bekannt.

b) Die Salzpelitkrusten (Nr. 383—395) liegen als 3—5 cm dicke Platten über dem weichen Pelit. Sie sind hart, glasig, hell- bis dunkelgrün, ebenso brecciös, wie der weiche Pelit und enthalten die gleichen accessorischen Bestandteile, also Sandkörner, Oolithe, Kalkstaub, Salz. Wie die Lagerung und der Übergang zwischen beiden zeigen, ist die Kruste aus dem Salzpelit entstanden, und zwar durch Zunahme von Kieselsäure und etwas Eisen, unter gleichzeitiger Abnahme von Tonerde, Magnesium und sehr viel Wasser. Das beweist die Analyse.

c) Die oberflächliche Kiesschicht besteht aus einem Gemisch von Sand, Salzpelit und eckigen Stücken von Chalcedon und Salzpelitkrusten. Die Salzpelitkruste ist also wieder zerplatzt und in eckigen Grus aufgelöst worden. Stellenweise haben sich sekundäre Krusten gebildet, indem der sandige Kies durch Salzpelit und Kalk verkittet worden ist (Nr. 396).

Nach dem Innern der Pfanne zu geht dieser Kies in den feinen hellen Kalkmergel über, dessen Verhältnis zum Salzpelit nicht sicher bekannt ist.

Die Entstehung des Salzpelits ist ein sehr interessantes Problem. Wie *Kalkowsky* ausführt, kann er nicht eine einfache sedimentäre Ablagerung, sondern muß ein sekundäres Produkt sein. Die verschiedenen Bestandteile der ursprünglichen Ablagerung sind Sandkörner und Ton, vom Ufer eingeschwemmt und eingeweht, Oolithkörner als phytogene Abscheidung, sodann Kalk. Die Kieselsäure stammt von Diatomeen und Pflanzen (Schilf), die sie wohl dem Wasser entnommen haben. Sie muß also, ebenso wie die Salze, durch Lösungen in die Pfanne gebracht worden sein.

Kalkowsky neigt zu der Ansicht, daß der Salzpelit der Hauptsache nach eine Umwandlung eines ursprünglichen kieselsäure- und kalkreichen Schlicks in das jetzige Hydrosilikat sei. Diese Ansicht hat sehr große Wahrscheinlichkeit. Ist doch das Sediment der Ntschokutsapfanne selbst ein heller Kalkmergel, sind doch die Pfannen des Botletlegebiets durchweg mit feinem Kalkschlamm erfüllt. Es konnte also sehr wohl durch Salz- und Kieselsäurelösungen der Kalkmergel

umgewandelt werden, unter Verbindung der Tonerde, des Natriums, des Magnesiums und der Kieselsäure zu einem Hydrosilikat.

Kalkowsky erklärt ferner die breccіöse Struktur durch Zerplatzen beim Austrocknen und erneuter Verkittung durch frisches Sediment während Überflutungen, ferner durch das Auskrystallisieren der Salze. Daher das Zerspringen der Oolithe. Die Breccien sind also eine Entstehung in situ.

Die Salzpelitkruste ist nach *Kalkowsky* durch aufsteigende Lösungen von Kieselsäure entstanden. Indem das Wasser verdunstete und sich die Kieselsäure nahe der Oberfläche ablagerte, entstand die Anreicherung der Kieselsäure, die ja in der Kruste chemisch nachgewiesen worden ist. Die Kruste selbst ist aber wieder zerstört worden, teils durch die Temperaturunterschiede, teils durch Krystallisation des Salzes und die Hufe der großen Tiere.

Soweit die Ansichten *Kalkowskys*, die er sich auf Grund eigner petrographischer Untersuchungen an Handstücken und meinen allgemein geologischen Mitteilungen gebildet hat.

Ich möchte nun an einzelnen Beispielen oben entwickelte Ansichten teils bestätigen, teils ergänzen.

Sehr interessante Beobachtungen kann man im großen über die Wirkung der Krystallisation der Salze machen, die *Kalkowsky* mikroskopisch aus den zerbrochenen Oolithen diagnostiziert hat.

Im Bereich der Kieszone ist der Boden so locker, daß er unter jedem Schritt zusammenbricht, wie gefrorener Boden. Die Ursache hierfür ist die Krystallisation der Salze, resp. der Eisbildung. Indem das Salz auskrystallisiert, gewinnt auch der Sand und Kies an Volumen. Infolgedessen entsteht ein Seitendruck, die harte, etwa 1—2 mm starke Oberflächenschicht, die am salzreichsten ist, wölbt sich auf und bildet lange, sich netzförmig verzweigende Wälle von 10 cm Höhe und ca. 20 cm horizontalem Durchmesser an der Basis (Blatt 19, Fig. 19). Steigt der Seitendruck, so platzt der Wall mit langer Linie auf dem Scheitel auf. Hierauf erfolgt gewöhnlich eine Überschiebung. Dieses Netzwerk von Wällen mit und ohne Risse und Überschiebungen bedeckt die Oberfläche der Pfanne im Bereich der Kieszone.

Durchbricht man die Salzsandkruste, so liegt unter ihr ein zellig-löcheriger Sand, von dem die Kruste mehr oder weniger abgehoben ist.

Die Krystallisation des Salzes kann auch ganz gewaltige Kraft ausüben, wie die des Eises. Die Pelitkrusten werden durch das krystallisierende Salz abgehoben, verschoben und gestaucht, wie Eisschollen auf unseren Seen und Teichen. Bald sind sie in Linien aufgerichtet, bald schüsselförmig orientiert. Nahe dem Ostufer hatten Platten von quarzitischem Sandstein die in Fig. 20 dargestellte Lagerung. Der Flächeninhalt der Zeichnung ist ca. ein Hektar. Die Verschiebung der viele Meter langen und mindestens 20 cm dicken Schollen kann nur durch die Krystallisationskraft der Salze erfolgt sein, die in dem Kies und Sand reichlich liegen. Denn andere Kräfte, wie reißende Fluten, kommen nicht vor. Höchstens füllen sich die Pfannen langsam durch Regenwasser.

Die Zerstörung der Krusten und ihren Zerfall in eckigen Grus kann man überall beobachten. Insolation und Abkühlung sind die eine Ursache, Krystallisation der Salze die andere, die Füße der Herdentiere zerbrechen und verschieben die Trümmer und schaffen dadurch neue Angriffspunkte für die Insolation auf der frisch entblößten Oberfläche. Der so entstandene Grus wird von neuem verkittet, und so entstehen neue, sekundäre Krusten, die man auch häufig neben den primären beobachten kann.

Die Erklärung *Kalkowskys* für die breccіöse Struktur des Pelits dürfte man auch wohl annehmen können. Ausdörren des Bodens wechselt ja alljährlich mit Durchfeuchtung ab. Der trocknende „Ton“ platzt, Netzsprünge bilden sich, Schalen blättern auf, zerfallen, und ein eckiger Grus entsteht. Ebenso kann auch die

Krystallisation der Salze eine Zerstückelung des Salzpelits herbeigeführt haben (cfr. das Zerspringen der Oolithe).

Bezüglich der Erklärung der Salzpelitkrusten möchte ich die Erklärung *Kalkowskys* annehmen, aber noch folgendes hinzufügen. Die Kruste soll durch hygroskopisch aufgestiegene Kieselsäurelösungen erfolgt sein, indem das Wasser an der Oberfläche verdunstete und die Kieselsäure zurückblieb. Ebenso wurde Eisen angereichert, dagegen Tonerde, Natron und Magnesia ausgelaugt. Beide Prozesse müssen also gleichzeitig stattgefunden haben. Das kann nur dann der Fall gewesen sein, wenn Kieselsäure und das Eisen, das anfangs in Lösung war, unlöslich wurde, sobald es einmal zur Abscheidung gelangt war, während die anderen Stoffe dauernd in löslichem Zustand blieben und daher, wenn sie auch vorübergehend durch hygroskopisches Aufsteigen des Wassers an die Oberfläche gelangten, doch durch die Regen und Überschwemmungen wieder gelöst und in die Tiefe geführt, resp. sonstwie entfernt wurden. Abfluß besteht ja nicht, deshalb kann eine Auslaugung mit horizontaler Ausfuhr nicht stattgefunden haben. Demnach wäre, falls die Salze in die Tiefe gelangten, eine Anreicherung an Tonerde-, Natrium-, Magnesia-Salzen, dagegen eine Verarmung an Kieselsäure und Eisen in der Tiefe zu erwarten.

Es ist aber auch möglich, daß die ausgelaugten Salze doch ganz fortgeführt worden sind, und zwar von der Oberfläche aus. Wenn nämlich diese Salze zusammen mit dem Kochsalz und Magnesiumsulfat, die als dünne Effloreszenzen den Boden der Pfanne überziehen, an die Oberfläche gelangen, während Kieselsäure und Eisen, die schwer löslich sind und sich darum früher abscheiden, in der Kruste zurückbleiben, so werden jene teils infolge von Zerstampfen durch die Hufe der Tiere als Staub durch den Wind ausgeführt, teils aber auch mit dem Salz abgeleckt und so per os durch die „brackenden“ Tiere entfernt. Das ist nämlich das Schicksal des Salzreifs. So kann allerdings eine Entfernung von Tonerde, Natron, Kalk und Magnesia trotz des fehlenden Abflusses stattfinden.

Als *Kalkowsky* seine petrographische Arbeit über die Kalaharigesteine veröffentlichte, war mir selbst der Umstand nicht mehr gegenwärtig, daß ich bereits auf der Hinreise einige wichtige Notizen über die Verbreitung der Krusten und das hauptsächliche Sediment der Pfannen gemacht hatte. Ich hatte dieses völlig vergessen und ihm nur die auf der Rückreise angestellten Beobachtungen mitgeteilt. So hat er denn nicht gewußt, daß das Hauptsediment der Pfanne ein salzreicher Kalkmergel ist und die Kieselsäurebildungen nur in einer 200 bis 300 m breiten Randzone in der Umgebung der Quelle liegen.

Kalkowsky meint nun, daß die Kieselsäure von Diatomeen und Schilfgräsern stamme. Diese dürfte aber doch wohl nicht genügen, um die vorhandene Menge Kieselsäure, die im weichen Pelit über die Hälfte, in der Kruste über 90% beträgt, zu erklären. Man ist wohl gezwungen, eine Einfuhr von Kieselsäure durch Lösungen anzunehmen, auf die ja auch *Kalkowsky* hinweist. Da nun die Pelitkrusten nur am Rande der Pfanne Ntschokutsa vorkommen und ihrem petrographischen Habitus nach wahrscheinlich aus einer Kalkablagerung durch Pseudomorphosen entstanden sind, so möchte ich glauben, daß der Salzpelit ein Umwandlungsprodukt am Rande der Pfannen ist, entstanden durch kieselsäurehaltige Quellen, die von den Rändern in die Pfanne drangen. Eine solche Quelle ist ja in Ntschokutsa heutzutage noch vorhanden.

Salzpelit und Krusten wären dann als lokale Bildungen im Bereich von Quellen leicht verständlich, eine Erklärung verlangt dann aber noch der Verbleib des Kalks, der ja entfernt worden sein muß, während Kieselsäure an seine Stelle trat. Der gelöste Kalk wurde wohl mit dem Quellwasser teils in das Innere der Ablagerung geführt, teils gelangte er an die Oberfläche mit dem hygroskopisch aufsteigenden Wasser, und so konnte der Kalk, zusammen mit den

leicht löslichen Salzen, effloreszieren und durch Wind und Tiere entfernt werden. Die Abfuhr des Kalks und der Natron-Tonerde-Magnesiasalze macht also keine Schwierigkeit. Das Beobachtungsmaterial genügt indes nicht, um die Frage nach der Entstehung der Krusten und des Salzpelits heute schon mit Sicherheit zu beantworten, dazu sind noch eingehendere Beobachtungen über das Auftreten dieser interessanten Bildungen in den verschiedensten Salzpfannen notwendig.

Mit einigen Worten möchte ich noch auf die Quelle eingehen. Diese kommt aus Pfannensandstein und liegendem Chalcedonsandstein und ist ziemlich salzhaltig. Der Salzgehalt genügt jedenfalls, um Tee und Kaffee einen widerwärtigen Geschmack zu verleihen. Kochsalz und Glaubersalz sind herauszuschmecken, und man kann letzteres auch aus der abführenden Wirkung diagnostizieren. Ein Gehalt an Magnesiumsulfat in bescheidenem Maße ist wahrscheinlich. Das Salz stammt wohl aus den Botletleschichten, besonders den Kalksandsteinen.

In einem der Brunnenlöcher entwickelt sich Schwefelwasserstoff, wohl eine Folge der Reduktion von Natriumsulfat durch organische Substanzen, die in dem Brunnen reichlich in Form von Abfällen hineingeraten, und infolge Zersetzung von Eiweißkörpern.

V. Rückblick.

1) Topographische Verhältnisse.

Der Botletle, der bei Ssebituanes Drift als 8 m tiefer und 60—80 m breiter Kanal in die Ebene von Kalksandstein eingeschnitten ist, hat bei Patis Dorf noch denselben Charakter, seine Uferwand ist aber nur 4 m hoch, sein Bett 250 bis 300 m breit und mit Schilfsumpf erfüllt. Schilfsümpfe begleiten überhaupt oberhalb Patis Dorf seine Bahn und trennen seinen fernen Uferwald von der trockenen Ebene, auf der der Weg läuft. Zwischen Patis Dorf und Pompi und dem Südrand des Salzpfannengebiets breitet sich dann ein zu meiner Zeit trockenes Sumpfland aus, in das sich ein Arm des Botletle mit zahlreichen Verzweigungen eingeschnitten hat. Dieses Sumpfland ist *Livingstones* Kumadan, *Chapmans* Chapos Swamp.

Der Lauf des Botletle bildet die eine scharfe verfolgbare Linie im Makarrikarrigebiet, die zweite ist der Südrand, der durch den Rand des Kalaharisandes bedingt wird. Dieser Sand endet als vielleicht 10—15 m hoher Plateaurand, der scheinbar mit einer auf den Karten „Kirria-Hügel" genannten Anschwellung aufhört, tatsächlich aber nur mit einer Bucht nach Süden zurückweicht. Er tritt weiter westlich wieder auf, allerdings niedriger, und verbindet sich mit dem Kalaharisand, dessen Rand ich westlich von Ssebituanes Drift auf dem Wege vom Hainafeld passierte. Dort wird der Rand zweifellos nur von Sand gebildet, ja man kann kaum von einem wirklichen Rand reden, vielmehr läuft der Sand mit flachem Abhang aus. Ähnlich scheint es auf der Strecke bis zum Kirriahügel zu sein. Von diesem ab beginnt vielleicht ein mit Sand bedeckter Gesteinsrand, der anscheinend mit dem Ostrand der Ntschokutsa-Pfanne zusammenhängt, wo die graugrünen quarzitischen Sandsteine anstehen.

Von Südwesten her mündet in das Salzpfannengebiet das große Flußbett des Letyahau, das sich vor dem Erreichen der Ebene bei Rakopos Dorf in zahlreiche Arme teilt, die man auf dem Wege nach Ssebituanes Drift und weiter nordwärts passiert.

Zwischen dem Kumadau und dem Ostrand des Makarrikarrigebiets liegen die wahrscheinlich abgeschlossenen Becken der Salzpfannen von Ntschokutsa, Makarrikarri, Pudimolongwana und die flachen Pfannen bei Pompi. Damit ist die Zahl freilich nicht erschöpft. So liegt südwestlich von Ntschokutsa eine

Pfanne, in der Salz von den Eingeborenen gewonnen wird, und wahrscheinlich gibt es noch zahlreiche andere kleine Salzpfannen, die die Buschmänner ganz allgemein Karri nennen, in jener Gegend.

2) Die geologischen Verhältnisse.

a) Das Grundgestein kommt auf dem Boden der Makarrikarripfanne zum Vorschein, und zwar sind es Gesteine vom Typus der Ngamischichten, Rotsandsteine, silifizierte Kalksteine, silifizierte Sandsteine und silifizierter Schutt aus jenen drei Gesteinsarten. Die Aufschlüsse sind schlecht. Meist sind nur lose Blöcke sichtbar, nur am Ostrand der Pfanne lagen flach nach N. einfallende graugrüne Sandsteine.

Am Ostrand von Ntschokutsa stehen vielleicht auch Ngamischichten an. Dafür spricht das Auftreten verkieselter Mergel in den graugrünen kieseligen Sandsteinen. Die von *Kalkowsky* untersuchten Proben sind jedoch junge Gesteine, anscheinend eingekieselter Schutt und Sand, die das liegende Gestein bedeckten und zum großen Teil aus ihm entstanden waren.

b) Die Deckschichten.

α) Botletleschichten.

Über den alten Gesteinen liegen jüngere, die schon erwähnten verkieselten und eingekieselten Schuttmassen. An der Ntschokutsapfanne gehen eingekieselte Sandsteine mit Gesteinsbrocken nach oben hin unter Aufnahme von Kalk in harte gelbliche Kalksandsteine vom Typus der Pfannensandsteine über, mit überschüssigem Kalkzement und kalkarmen Lagen.

An der Westseite der Makarrikarripfanne liegt über dem alten Gestein weißer, lokal sandiger Dolomit, völlig dem Dolomit am Ngami gleichend, der zu den Pfannensandsteinen gestellt worden ist. Seine Grenze nach unten hin ist nicht aufgeschlossen.

Über diesen Pfannensandsteinen liegen jüngere Kalke, Kalkrinden, Knochen und Gerölle aus Sinterkalk, die wohl dem Kalaharikalk entsprechen.

Diese Platte aus Kalken und Kalksandsteinen setzt sich nach Westen hin fort und bildet den Rand des Kumadausees in der Gegend von Pompi und Kemos Dorf. Die Kalksandsteine sind in dieser Gegend stark dolomitisiert und silifiziert worden, und im großen als ein Gemisch von mattem, hellem Kalksandstein und glasigem, grünem bis schwarzem Chalcedonsandstein zu bezeichnen.

Auf der Westseite des Kumadau wurden Chalcedonsandsteine — fraglich, ob eingekieselte oder verkieselte — nur an einigen Stellen gefunden. So z. B. in der Umgebung des Nachtlagers am 28./29. November 1896, südlich von Matscharratscharra und auf der Platte westlich von Patis Dorf.

β) Kalaharikalk.

Hier befinden wir uns schon im Gebiet der mürben Kalksandsteine, die bei Patis Dorf die Uferwand des Botletle bilden. Sie beginnen anscheinend in der Gegend von Massinyes Dorf (Hinweg 1896), setzen die Ebenen von Ssebituanes Drift zusammen und sind am Botletle aufwärts als geschlossene Masse bis in die Gegend von Meremis Drift zu verfolgen. Diese Kalksandsteine gehören zweifellos zum Kalaharikalk, während die verkieselten Kalksteine den Pfannensandsteinen angereiht werden müssen.

Über letzteren liegen handdicke Rinden von Sinterkalk, die zuweilen Gastropoden enthalten und deshalb zum Kalaharikalk gerechnet werden müssen.

Die auffallendste Erscheinung in dem Gebiet der Kalksandsteine, sowohl der Botletleschichten als des Kalaharikalks, ist das Auftreten von rundlichen Vertiefungen. Wir sahen, daß die Ebene um Ssebituanes Drift von zahlreichen Niederungen unterbrochen wird, die oft nur schmale Rücken zwischen sich lassen. Derartige Einsenkungen setzen sich bis zum Kumadau hin fort. Bei Pompi liegen ähnliche Pfannen. Auch rudimentären kleineren Pfannenrändern begegnet man nicht selten in dieser Gegend.

Die Salzpfannenbecken von Ntschokutsa, Makarrikarri u. s. w. sind ja auch im wesentlichen Einsenkungen innerhalb der Botletleschichten, die bis auf das Grundgestein herabgehen können.

γ) Alluvien und Beckenausfüllungen.

Die Sedimente aller dieser Niederungen haben einen ziemlich gleichartigen Charakter. In den Senken innerhalb der mürben Kalksandsteine liegt der feine leichte salzreiche Kalktuff mit feinen Wurzelröhren. Genau derselbe Kalk liegt in dem Becken des Kumadau. Aber nur an wenigen Stellen ist er aufgeschlossen, nämlich da, wo er durch Erdferkellöcher ausgewühlt ist, ferner in dem Polizeibrunnen (S. 213). Er ist fast stets von grauem, an Kalk, Asche und vegetabilischer Substanz reichem Schlammboden bedeckt. In dem Brunnen gehen Kalktuff und Schlammboden allmählich ineinander über.

In der Bucht des Kumadau, die sich zwischen Pompis und Komos Dorf nach O. vorschiebt, liegt über dem weißen Kalktuff nur eine höchstens fußhohe Schicht aus verrottetem Schilf, Wurzeln und Wasserpflanzen. Das ist indes entschieden eine Ausnahme. Denn sonst wurde nur der graue, stark staubende Schlammboden beobachtet, der auch unter den Schilfflächen liegt. Abseits des Weges quer durch das alte Seebecken von Itumis nach Patis Dorf, mehr im Innern der alten Schilfsümpfe, haben wir auch die zwischen Schilfstauden aufgehäuften Aschenmassen.

Auf dem Weg, den ich auf der Hinreise benutzte, durchquert man auch breite Niederungen mit grauem Schlammboden, die einst sicherlich von Schilfsumpf eingenommen waren. Manche derselben sind mit Salzreif bedeckt. Demnach liegt wohl der salzreiche Kalktuff in geringer Tiefe unter der Schlammdecke.

Das Sediment der großen Salzpfannen ist ein heller salzreicher Kalkmergel, der mit dem salzreichen Kalkmergel, der die Unterlage des Ngami und des Okavangobeckens bildet, große Ähnlichkeit hat. Aus ihm stammen die Effloreszenzen, die die Oberfläche der Pfannen wie mit Schnee und Reif überziehen, und aus ihm sind anscheinend durch an Kieselsäure reiche Quellen Salzpelit und Pelitkruste entstanden.

Zwischen Ntsehokutsa und der Makarrikarripfanne liegt in der breiten Niederung mit Vleys eine Zone grauen Sandes, der mit dem grauen Vleysand der Kalahari Ähnlichkeit hat. Näheres mitzuteilen bin ich leider nicht in der Lage, da ich diesen Landstrich nur auf dem Hinweg gegen Abend durchwandert habe, auf dem Rückweg aber nachts. Auf der Karte ist dieser Streif als Decksand gezeichnet.

Es fragt sich nun, ob Kalkschlamm und Kalkmergel der Salzpfannen Bildungen der jüngsten Alluvialzeit sind oder einer älteren Periode angehören. Der feine Kalkschlamm macht den Eindruck einer recht jungen Ablagerung, die rezent sein dürfte. Er scheint ganz allmählich in den grauen Alluvialschlamm der Oberfläche überzugehen, und man könnte ihn daher wohl mit diesem identifizieren, d. h. er wäre dann eine salzhaltige Seekreide, deren Humusgehalt

völlig zerstört und vergast werden ist. Andererseits ist es aber doch auch denkbar, daß es eine alte Ablagerung ist, die von dem grauen Schlamm später überlagert wurde. Die Frage nach der Entstehung der tiefen mit dem Kalkschlamm erfüllten Becken steht selbstverständlich in engstem Zusammenhang mit obigem Problem.

Der Salzmergel der Salzpfannen macht dagegen den Eindruck einer älteren Ablagerung, zumal sich Pelitbrocken in dem eingekieselten Gestein Nr. 365 und 366 in der Makarrikarripfanne finden. Es kann dort also keine rezente Bildung sein.

Unserer Gewohnheit entgegen seien allgemeine Folgerungen nicht versucht. Wir haben ja nur ein kleines Randgebiet des großen Makarrikarribeckens kennen gelernt und die gemachten Beobachtungen sind doch nur im Zusammenhang mit den großen Salzpfannen recht verständlich. Wir wollen also zunächst in der Darstellung der Beobachtungen fortfahren und zum Mahurafeld übergehen.

Kapitel XXIX.

Das Mahurafeld.*)

Als **Mahurafeld** sei das Gesteins- und Sandfeld zwischen dem Salzpfannenbecken und dem Ostrande des Kalahariplateaus bezeichnet. Es weicht in mancher Hinsicht von den bisher geschilderten Gebieten ab, und es knüpfen sich an dieses Grenzgebiet Probleme, die mit zu den interessantesten der ganzen Kalahari gehören, von deren Lösung wir aber noch weiter entfernt sind, als von den bisher behandelten. Die geologische Geschichte des Mahurafeldes ist noch viel dunkler, als die der westlicher gelegenen Gebiete.

Da auf der Hinreise so gut wie keine Beobachtungen gemacht wurden, so sei nur der Rückweg beschrieben. Nach Darstellung des nicht besuchten Teils des Mahurafeldes sei dann auf die verschiedenen Probleme näher eingegangen.

I. Beobachtungen.

Am 23. Oktober 1898 verließen wir Ntschokutsa gegen Mittag und trekten bis gegen 3 Uhr. Anfangs geht der Weg innerhalb der Pfanne bis zur Nordostecke, dann steigt man den 10—20 m hohen Abhang eines Plateaus hinauf, auf dem in grauem Decksand Blöcke von hartem Sinterkalk und Kalksandstein der Schicht a (Blatt 19, Fig. 21) liegen. Die Vegetation ist ziemlich dichter Busch aus Mopani, Mangana, Motsiara, Mopipa, Mokrepi u. a. Dann beginnt grauer Sand mit Fragmenten von Chalcedon, Quarz und Kalk. Letztere werden bis pfirsichgroß. Auch hier ist der Busch nicht Kalaharibusch, sondern Decksandbusch, nämlich Mopani, Motsiara, Mangana, Mokabi, Moschäschä und andere.

Während des zweiten Treks von $5^1/_2$—10 Uhr, also in der Dunkelheit, passierten wir einen mehrere miles breiten Streifen tiefen rötlichen Sandes, in dem wir auf dem Hinweg mit den Wagen stecken geblieben waren. Östlich dieser Sandzone tritt Kalk in großen Blöcken auf innerhalb einer Zone von dichtem Manganabusch. Auf diesen besinne ich mich von der Hinreise her sehr wohl, seine Ausdehnung ist mir aber nicht bekannt.

24. **Oktober.** Nachts machten wir von $1^1/_2$—$5^1/_2$ Uhr den dritten Trek. Morgens befanden wir uns 18 miles von Tlakani entfernt, auf einer Fläche grauen Sandes mit Kalkknollen, auf dem Mopani- und Motsiaragestrüpp ohne Gras stand.

*) Hierzu Blatt 1, 2 und 19.

Während des vierten Treks (7—10 Uhr) sahen wir nach 2—3 miles zur Linken (N.O.), 2 km entfernt, ein Palmenwäldchen. Ich vermute, daß dort der von *Livingstone* erwähnte Brunnen Orapa sich befindet, der jetzt wahrscheinlich längst versiegt ist. Die Palmengruppe deutet entschieden auf eine Kalkfläche hin.

Nach weiteren 2 km ging's eine 10—20 m hohe, flach ansteigende Stufe hinauf, die mit hartem, sandigem Kalkstein, ähnlich dem Pfannensandstein, bebedeckt war, resp. aus ihm bestand (Nr. 431). Von der Höhe der Stufe sah man 8—10 km entfernt ein breites Tal in nordöstlicher Richtung. Die Stufe selbst streicht S.W.—N.O. bis W.S.W.—O.N.O.

Auf der Hochfläche liegen Stücke von hartem Sinterkalk in grauem Decksand mit Gestrüpp und Bäumen von Motsiara, Mopani, Mokoba, Mopipa, Mokrepi.

Lokal treten Zonen von tiefem, rotem Sand auf, der oft grobkörnig ist und dann viel Körner von Brauneisenstein und Eisensandstein, oft auch Knollen von zersetztem Chalcedonsandstein enthält. Er ist wohl eluviales Zersetzungsprodukt, unter dem kein Kalk liegt. Er bildet flache Rücken und Anschwellungen.

So ist das Land bis zum Makokeflußbett beschaffen. Die Kalkzone auf dem linken Ufer desselben kann nur schmal sein.

Wir erreichten den Brunnen von Lotlakani um 3 Uhr nachmittags und blieben dort bis zum Mittag des folgenden Tages (26. Oktober).

Das Tal des Makoke (Blatt 19, Fig. 28) hat eine wechselnde Breite von 100—200 m. Die 5—6 m hohen Wände sind oft steil und bestehen aus mürbem Kalksandstein, wie am Botletle, der hier in 10—40 cm starke Bänke zerfällt, eine Oberflächenbank ist vorhanden

Der Talboden ist mit grauem, kalkreichem Sand, sowie Geröllen von Kalk, Chalcedon, Chalcedonsandstein bedeckt. Der Sand steigt, vom Wind verweht, an den Gehängen empor, die eine flache Böschung haben. Hohe Termitenbauten aus heller Kalkerde verraten aber auch hier den Kalkuntergrund.

Bei Lotlakani ist der Boden des Bettes mit trockenem Schilfgras bedeckt, daher der Name, der „kleines Schilf" bedeutet. An dieser Stelle teilt eine Insel aus dem gleichen Kalksandstein, aus dem die Uferränder bestehen, das Tal in zwei Arme (Blatt 19, Fig. 22 u. 23). Auf der Ostseite dieser Insel befindet sich nun eine Einbuchtung und in dieser eine ca. $^1/_2$—1 m hohe Stufe aus gelblichem, mürbem Kalktuff, der mit feinen Wurzelröhren erfüllt ist und zahlreiche Schalen von Planorbis salinarum, Physa parietalis und andere Gastropoden enthält. Diese Kalktuffstufe zieht sich am Abhang der Insel etwa 100 m nach Süden hin und verschwindet dann unter dem Sand des Talbodens. Am Nordende dieser Stufe liegt ein runder Kessel, der 50—60 m Durchmesser besitzt und $^1/_2$—1 m tief ist. Sein Boden besteht aus schmutzig-grauem, erdig-tonig-kalkigem Sand, der mit Geröllen von hartem Sinterkalk, sowie vereinzelten Stücken von Chalcedon und Chalcedonsandstein erfüllt ist. Diese Gerölle bilden im oberen und mittleren Niveau Bänke. Knochen sind häufig, so vor allem lange gespaltene Röhrenknochen, platte Knochenstücke, im obersten Niveau auch bemalte und glasierte Topfscherben. In dieser ganz rezenten Ablagerung liegen mehrere Brunnenlöcher und flache Teiche, die zweifellos künstlich gegraben sind.

Ursprünglich hat hier anscheinend ein Krater in Pfannenkalktuff bestanden, ist aber nachträglich durch Schutt, Kalkgeröll, eingeschwemmten und eingewehten Sand und Kalkstaub, sowie mit Resten toter Tiere und Abfällen von lagernden Wagen und stationierten Viehposten ausgefüllt werden. Es ist jedenfalls eine ganz junge Bildung, an deren Zustandekommen der Mensch erheblichen Anteil hat.

Zwischen dieser Pfanne, deren Brunnenlöcher stets gutes Wasser enthalten, und dem Ostufer liegt ein 2 m tiefes und 25 m breites Flußbett, als schmalere Rinne in dem großen Bett des Makoke.

Am 26. Oktober verließen wir mittags Lotlakani und zogen $6^1/_2$ km bis Kokongyani, einem damals trockenen Brunnenloch im Kalk des Flußbetts, das jetzt völlig trocken war.

Jenseits dieses Platzes steigt der Weg auf die Uferhöhe hinauf, die in einer 400 m breiten Zone aus Kalksandstein unter grauem Decksand besteht. Dann aber beginnt ein grober Grus und Schutt aus mürbem und glasigem Chalcedonsandstein. Lokal liegt harter Sinterkalk mit Rinden und Sinterringen in Klumpen über dem Sandsteingrus.

Wir hielten um 2 Uhr 8 km von Lotlakani und zogen um 5 Uhr weiter. Hinter dem Lagerplatz begann tiefer, roter Sand mit erbsen- bis nußgroßen runden Stücken aus Brauneisenstein und zersetztem Sandstein (Nr. 428—430). Lokal liegen Blöcke aus verkitteten Brauneisensteinkugeln und eckigen Stücken von zersetztem Sandstein und Quarz. Dieses in zahlreichen über kopfgroßen Blöcken auftretende Gestein ist kein zelliger Laterit, der aus anstehendem Gestein entstanden ist, sondern ein eckiger Quarz- und Sandsteinschutt, dessen kleinere Bruchstücke von Brauneisenstein umrindet und in schalige Bohnerzkugeln umgewandelt sind, während gleichzeitig Sandkörner und Eisenhydroxyd den gesamten Schutt verkitteten. Zusammen mit diesem laterisierten Schutt treten Blöcke eines Sandsteins auf, der eine blaß- bis dunkelrote Färbung besitzt. In dem überschüssigen amorphen Zement liegen Quarzsandkörner, und glasige Rinden von Brauneisenstein umhüllen die einzelnen bis kopfgroßen Blöcke. Dieses mit dem Eisensandstein gleichzeitig auftretende Gestein hat sich unter dem Mikroskop als total verkieselter, eisenschüssiger, sandiger Kalkstein erwiesen (Nr. 426, 427).

Diese eisenschüssigen Sandsteine bilden eine leicht gewellte Fläche, auf der über dem Gestein als Decke junger Kalkstein mit Stücken des Eisensandsteins und Bohnerz sowohl in den flachen Vertiefungen, als auch auf den Wellen liegt (Blatt 19, Fig. 24). Es sind Kuchen und Rinden von hartem Sinterkalk mit Sinterkreisen und lamellierten Rinden. Streckenweise verhüllt aber ein grober roter Sand mit kleinen Brocken von Quarz und Brauneisenstein Kalk und Sandstein und kann so tief sein, daß sich auf ihm richtiger Kalaharibusch angesiedelt hat, während sonst den harten Grus und Grand ein gemischter Decksandbusch aus Mopani, Mocholiri, Moschäschä, Moretloa, Mokabi, Sitsi, Mangana u. s. w. bedeckt.

Etwa 12—13 km jenseits Lotlakani kreuzt der Weg eine Kalkfläche — anscheinend eine alte Pfanne —, auf die aber gleich wieder tiefer Sand folgt.

Während des zweiten und dritten Treks, von denen nur der erstere zum Teil bei Tageslicht erfolgte, wechselten harter und sandiger Boden, Kalkschollen, Eisensandstein- und Lateritschutt fortwährend ab. Als wir gegen Morgen hielten, hatten wir gerade die Manganavley (Hackdornvley) passiert. Diese ist eine mit Kalaharikalk bedeckte Fläche, und zwar nach *Chapman* ein Flußbett, das in den Makoko bei Kokongyani geht. Es sei gewunden und sandig, und deshalb zog *Chapman*, anstatt ihm zu folgen, quer durch den Busch nach Kokongyani.

Östlich der Manganavley, die ich leider nicht untersuchen konnte, folgt gelblichbrauner tiefer Sand mit Brocken von Brauneisenstein, zersetztem Sandstein und Kalk.

Etwa 36 km jenseits Lotlakani erhebt sich eine Stufe aus gelblichbraunem, feinem Sand, der von W.S.W. nach O.N.O. verläuft und 6—8 m hoch ist. Eine zweite Sandstufe, die der ersten gleicht, folgt bei km 43. Auf ihr findet man hier und dort Kalkbrocken.

Bei km 51 folgt die dritte und höchste Stufe aus feinem, rötlichem Kalaharisand. Sie ist 15—20 m hoch. Ein kleiner flacher Hügel, der aus großer Entfernung sichtbar ist, ist lediglich eine flache Anschwellung dieser Stufe.

Mit der ersten Sandstufe beginnt dichter Mochonouobusch und Sitsi, nebst

Mokabi, Moretloa, Mochailiri, seltener Mopani, Mohata, Mochale; selbst Mega, diese feuchten Grund liebende Akazie, stand an dem Fuß der dritten Stufe.

Nachts passierten wir die Kalkpfanne Malatschuäï (Malatzwye nach *Schulz*, *Livingstones* Motlatsa). Hier lagen wir auf dem Hinweg mehrere Tage. Ich besinne mich noch darauf, daß es eine vielleicht 60 m breite rundliche Kalkpfanne ist, in der ein Brunnenloch liegt. Aus demselben waren Stücke grünlichen Sandsteins herausgeholt worden.

Schulz[1]) sagt, daß hier eine „quartzite formation" zutage trete mitten im tiefen Sandfeld. Demnach ist der grüne, wohl kieselige Sandstein auch anstehend zu beobachten.

Am 28. Oktober waren wir in Batschukuru — *Livingstones* Mathuluane — und da hier nicht genügend Wasser zu finden war, mußten die Ochsen nach Inkauani geschickt werden. Ich hatte also Muße, Batschukuru zu studieren (Blatt 19, Fig. 25).

Die Pfanne hat einen Durchmesser von 100 m, ist ziemlich kreisrund und ca. 3 m tief. Ihre Umgebung besteht weithin aus gelblichgrauem Sand, der Boden aus einem Sandstein, der äußerlich durchaus als Kalksandstein imponiert. Er ist weiß, hat amorphes, überschüssiges Zement und wird in großem Umfang von bleistiftdicken Röhren durchsetzt. Lokal ist das Gestein durch pfenniggroße, unregelmäßig geformte Flecke von Eisenhydroxyd bunt gefärbt. Glasige Kerne sind nicht selten in diesem mürben porösen Sandstein zu finden, auch fingerdicke Platten eines glasigen graugrünlichen Sandsteins, der den Salzpelitkrusten sehr ähnlich sieht. Das ca. 6 m tiefe und 1 m breite Brunnenloch steht in dem Röhrensandstein. Auf dem Querschnitt kann man erkennen, daß dieser nicht gebankt oder geschichtet ist, sondern aus unregelmäßig gewulsteten, flach gelagerten Massen besteht. Die Röhren enthalten ursprünglich wenig zementierten Sand. Die Spalten in dem Sandstein sind bis zu 1 m Tiefe mit kalkreichem, weißem, erhärtetem Sand ausgefüllt.

Über dem Sandstein liegt am Pfannenrand ein Ring aus weißem, hartem, amorphem Kalkstein, der lokal mit 1—2 mm dicken, unregelmäßigen Sandschnüren durchzogen ist und infolgedessen eine brecciöse Struktur erhält. Im obersten Niveau unter dem Kalaharisand bildet er eine Breccie aus eckigen Stücken, die durch jüngere Kalkrinden verkittet sind. Sein Verband mit dem liegenden Sandstein ist nicht aufgeschlossen, seine Mächtigkeit vielleicht 1—1½ m.

So einfach also diese Pfanne in petrographischer Beziehung äußerlich erscheint, so mannigfaltig ist ihre Zusammensetzung, sobald man sie genauer untersucht.

Nr. 432 und 433 sind äußerlich ein von Röhren durchsetzter mürber, ziemlich fester Kalksandstein, in Wirklichkeit aber ein eingekieselter Chalcedonsandstein, das Zement ist poröser unreiner Chalcedon. Kalk fehlt ganz und scheint auch nie dagewesen zu sein.

Nr. 434 ist derselbe Chalcedonsandstein, aber mit braunen, glasig glänzenden Kernen. Letztere sind gleichfalls nur Chalcedonsandstein, und zwar sind die einzelnen Quarzkörner von einem Opalrand umgeben. Ohne scharfe Grenze geht dieser an Chalcedon reiche Kern in den porösen mürben Sandstein über.

Alle diese Sandsteine bilden den Boden und die tief liegenden Partien der Pfanne. Auch vom Pfannenboden, aber anscheinend aus etwas höherem Niveau, stammen zwei andere Proben.

Nr. 435 ist äußerlich ein Sandstein, wie die vorigen, nur fehlen die Röhren, und das Gestein ist durch Eisenhydroxyd gefleckt. Er enthält kein Chalcedon, sondern ein Dolomitzement. Die Lösung wird beim Kochen stark flockig. Die Flecken bestehen aus Ton oder organischer Substanz. In den Rostflecken ist das Zement Eisenhydroxyd.

Ein verkieselter Kalksandstein ist Nr. 436. Es ist eine graugrün-

liche glasig glänzende Platte von Fingerdicke mit Sandkörnern, die der Salzpelitkruste ganz auffallend ähnelt. Im Schliff erweist er sich als verkieselter Kalksandstein. Sowohl die Form des Chalcedons als auch der feine Calcitstaub erinnern auch mikroskopisch sehr an die Salzpelitkruste. Von diesem Gestein wurde nur eine lose, mehrere Dezimeter breite Platte gefunden, es handelt sich also anscheinend um eine lokale Bildung.

Die obere Stufe besteht makroskopisch aus einer Gesteinsart, einem weißen dichten Kalkstein, der mehr oder weniger durch Sandschnüre brecciös ist, und dem Dolomit (Nr. 369) an der Makarrikarripfanne gleicht. 4 makroskopisch gleich aussehende Proben erwiesen sich als:

Nr. 337. Kalksandstein mit sandarmen Partien.
Nr. 338. Brecciöser Kalksandstein.
Nr. 339. Sandiger dolomitischer Kalkstein mit schwacher Verkieselung.
Nr. 340. Halbverkieselter Kalksandstein.

Alle diese Kalkgesteine geben beim Kochen mit HCl eine Lösung mit braunen Flocken aus organischer Substanz und Ton.

Am Nachmittag des 28. Oktober brachen wir auf und gelangten am Morgen des folgenden Tages nach Lochachana. Jenseits Batschukuru folgt anfangs Sand mit Kalkschollen, dann tiefer Sand. Der Busch besteht aus Büschen von Mokabi, Messetla, Moretloa, Mochailechaile, Mochale, Motswere. Inkauani wurde vor Tagesanbruch passiert.

Am Vormittag (29. Oktober) ging ich nach Inkauani zurück. Der Weg war durchweg rötlich-gelblicher Sand. Inkauani (Blatt 19, Fig. 26 und 27) ist eine ovale Pfanne, die von W. nach O. 150 m, von N. nach S. 350 m Durchmesser hat. Sie ist eine kahle Ebene aus kalkig-sandigem Schlamm mit Rollstücken von hartem Kalksandstein.

Der ca. 1 m hohe Rand besteht aus Kalksandstein, darüber liegt eine flach ansteigende, 3—4 m hohe Masse aus rötlichem Kalaharisand, der an der Oberfläche reiner Sand, in der Tiefe jedoch weißlich und kalkreich ist. An der Luft überzieht er sich an den Gehängen, die der Einschnitt des Wagenweges auf der Westseite der Pfanne bildet, mit dünner Kalkkruste. Wurzelfasern, die mit Kalkhaut umrindet sind, kommen in ihm häufig vor.

Den Aufbau der Pfanne verraten zwei 6 m tiefe Brunnenlöcher (Fig. 27).

a) Harter Chalcedonsandstein bildet den Boden der Brunnen. Es ist fraglich, ob es ein eingekieselter weißer Sandstein ist, wie der von Batschukuru und vielleicht Lechachana, oder ein verkieselter Kalksandstein (Pfannensandstein).

Darüber liegt Kalksandstein, und zwar

b¹) 2¼ m mächtig weicher, feuchter, sandiger Kalktuff, der zwischen den Fingern leicht zu einem feinen Mehl zerreiblich ist. Diese Schicht ist salzfrei und wasserführend, und zwar tritt das Wasser über dem Chalcedonsandstein aus (Nr. 443).

b²) ist mäßig harter Kalksandstein, nicht geschichtet, aber doch wulstig und undeutlich gebankt, voll bleistiftdicker Sandröhren und feiner Wurzelfasern. Eckige Chalcedonstücke sind häufig. Er ist so stark salzhaltig, daß das Salz an den Brunnenwänden ausblüht. Die Mächtigkeit beträgt 2 m. Die Oberflächenbank ist am härtesten (Nr. 441 und 442).

b³) Weißer, mehr mürber Kalksandstein mit Stücken von Chalcedon und Geröll von hartem Pfannensandstein. In ihm stecken kleine mürbe zerbrechliche Knochensplitter; 1 m mächtig.

b⁴) Oberflächenbank von b³ aus hartem Kalksandstein. Sie ist scheinbar aus einzelnen Geröllen zusammengebacken. Mit Sand erfüllte Röhren sind an der Oberfläche zu bemerken. Ameisen höhlten damals dieselben aus, um im Fels ihre Nester anzulegen.

c) Bank harten Sinterkalks mit Sinterringen und Rinden, knollig und mit

Geröllen von Pfannensandstein — 1 m. Sie findet sich nur in einer halbmondförmigen Stufe in der Umgebung der Brunnenlöcher am S.O.-Ende der Pfanne, und es ist fraglich, ob dieser Kalk eine lokale Bildung durch Quellen ist oder ob er nur hier zutage tritt und auch sonst unter der Sanddecke den Pfannenrand bildet.

d) Oben folgt der rote Kalaharisand.

Die Pfanne von Inkauani ist oft ein offener Teich gewesen, meistens war sie aber auch in früherer Zeit trocken, und die Brunnenlöcher scheinen schon sehr alt zu sein. Im Jahre 1896 enthielt der Brunnen reichlich Wasser, 1898 nur wenig.

Zwischen Lechachana und Inkauani besteht das Land aus rötlichem Sand mit dichtem Busch. **Lechachana** selbst ist eine runde Pfanne von 70—80 m Durchmesser und 3—4 m Tiefe. Die flache Schüssel ähnelt sehr der Pfanne Batschukuru und besteht auch aus demselben weißen Sandstein mit bleistiftdicken Röhren. Da keine Handstücke vorliegen, so ist es fraglich, ob Kalk- oder Chalcedonsandsteine vorherrschen. Am Rand der Pfanne wurde keine dichte harte Kalksteinbank, wie in Batschukuru, beobachtet. Im Boden befindet sich ein 6 m tiefes enges Brunnenloch, das zu meiner Zeit reichlich Wasser enthielt.

Auf der Südseite steigt der Pfannenrand höher als sonst an, so daß ein niedriger Rücken entsteht, der aus Röhrensandstein mit Überzug von hartem Sinterkalk besteht. Letzterer setzt sich 5 km weit nach Süden hin fort in Schollen, die in granem Decksand auftreten.

Da die Ochsen ziemlich herunter waren und der Wagen daher mehrere Tage in Lechachana bleiben sollte, so ritt ich allein nach Palapye weiter. Am 30. Oktober hinderte mich ein heftiger Fieberanfall an der Ausführung dieses Plans, am 31. hatte ich wohl auch einen Anfall, war aber doch munter genug, um gegen 3 Uhr nachmittags fortzureiten, und zwar auf dem oft begangenen Wagenweg nach Loale durch das Pupusandfeld.

5 km weit hielten die Kalkschollen an, dann folgte Sand mit reichlichem Grus von Brauneisenstein und zersetztem, rotem Sandstein. Grasflächen mit lichtem Busch von Mokabi, Mochonono, Mossetla und 'Kaibäumen herrschten vor. So ging es ca. 20 km weit, dann begann reiner Sand ohne Gesteinsgrus, und zwar meist harter Boden mit Grasflächen und lichtem Busch.

In drei Ritten auf dem elenden ermatteten Pferd legte ich bis 7 Uhr morgens 62 km zurück. Etwa von 50 km ab begann tiefer, loser, gelblichrötlicher Sand mit lichtem 'Kaiwald. Mochonono, Mochailechaile, Mokrepi und ein Baum mit dunkelgrünem Laub, den ich am ²Kaudum gesehen hatte, kamen daneben vor.

Gegen 10 Uhr lagerte ich nach dem vierten Trek über Mittag, etwa 71 km von Inkauani entfernt. Während der Mittagsrast überstand ich einen Fieberanfall, daher kam ich erst um $1/_2 3$ Uhr fort. Bereits nach zwanzig Minuten öffnete sich der Wald, und man blickte über ein Gewirr von Schluchten und Tälern zu einer weiten Ebene, die nach Süden hin von hohen blauen, zackigen Bergen abgeschlossen wurde. Der Wechsel in der Landschaft nach der langen Öde des Sandfeldes war so plötzlich und durchgreifend, daß es sofort klar wurde: Hier endet die Kalahari, hier beginnt das Betschuanenland.

Kalaharisand und Kalaharibusch hörten plötzlich auf, harter Boden aus schwarzgrünem und braun zersetztem Diabas trat an seine Stelle, und zugleich senkte sich der Weg schnell an Schluchten und Wasserrissen vorbei zu einem trockenen Bach hinab, in dem einige Wasserlöcher lagen — der Wasserplatz **Loale** (78 km).

Die geologischen Verhältnisse des Plateaus zwischen Loale und Mohissa habe ich schon früher beschrieben[2]) und möchte mich daher hier auf eine kurze Darstellung beschränken.

Das Loaleplateau ist ca. 150 m hoch und besteht aus vier verschiedenen Formationen.

Oben liegt der 10—20 m mächtige, gelblich-rötliche, feine Kalaharisand, der die weite Hochfläche nach Westen hin bedeckt. Er endet ganz plötzlich an dem steil abbrechenden Rand, meist mit ziemlich deutlicher Böschung.

Unter ihm liegt eine 10—15 m mächtige Ablagerung aus roten eisenschüssigen Chalcedonsandsteinen und schieferigen Chalcedonlagen. Nach *Kalkowsky* handelt es sich um eingekieselte Gesteine, nur die dichten schieferigen Chalcedoneinlagen könnten vielleicht verkieselt sein; mit Sicherheit läßt sich diese Frage aber nicht entscheiden.

Nach oben hin entwickelt sich eine Chalcedonbreccie, eckige Brocken von grauem Chalcedon in eingekieseltem Chalcedonsandstein, also brecciöser Chalcedonsandstein.

Abgeschlossen werden diese Chalcedonsandsteine durch eine 2—4 m mächtige Schicht aus zelligem Brauneisenstein und Eisensandstein, die durch Verwitterung aus den Chalcedonsandsteinen entstanden sind. — Laterit.

Unter den Chalcedonsandsteinen lagert die 120 m mächtige Tafel aus Loaleaphanit und -Mandelstein. Es sind zum größten Teil rote Mandelsteine mit bis haselnußgroßen Drusen von Calcit und Analcim und schwarzgrüne dichte Aphanite. In der Gesteinsliste sind mehrere Proben näher beschrieben worden. Mandelstein und Aphanit sind zum großen Teil stark zersetzt zu einer gelbbraunen erdigen Masse, die mit tombakbraunen glimmerähnlichen Blättchen, vielleicht zersetztem Enstatit, erfüllt ist. Gänge und Platten von unreinem Calcit durchschwärmen als dichtes Netzwerk oft den zersetzten Diabas. Auch Platten von Chalcedonquarz schwimmen in ihm. Aus der Tiefe hat der Diabas Schollen verschiedener Gesteine heraufgebracht, so besonders Lotsani-Tonschiefer, die z. T. in Kieselschiefer, z. T. in Chloritschiefer verwandelt worden sind.

Am Fuß des Plateaus treten viertens Sandsteine — Ssakkesandstein — auf, die Hügel in der Ebene bilden. Es sind mürbe und kieselige Sandsteine, sogar Kalksandsteine mit spiegelnden Krystallflächen. Verkieselung ist in beschränktem Umfang nachweisbar, sehr schön aber Ausheilung der Quarze.

Dieser Sandstein ist lokal kontaktmetamorph verändert worden. Er ist dabei unter Neubildung von Eisenglanz hart, glasig, dunkelblaugrau geworden. Auch der metamorphosierende Diabas hat Veränderungen erlitten durch Aufnahme von Sandsteinmaterial. Nachträglich ist dann an einer Stelle noch eine starke Verkieselung eingetreten. No. 20 der Gesteinsliste gibt eine nähere Beschreibung dieses völlig verkieselten variolithischen Aphanits mit Quarzsandkörnern, der äußerlich einem glasigen graublauen Chalcedonsandstein gleicht.

Diese Kontaktmetamorphosen sind in dem Tal von Rameschaba oberhalb der Wasserlöcher sehr schön zu studieren.

Nach Osten schließt sich eine weite sandige Ebene an, in der anfangs Hügel aus Ssakkesandstein, später Sandsteinschiefer und Schiefertone auftreten, die Lotsanischiefer, die im Loaleaphanit als Schollen auftreten. Diese Schiefer bilden in der Umgebung der Bahnstation Palapye ein welliges Hügelland, bei der Stadt Palapye selbst beginnt aber der Palapyesandstein mit dem aus dicken Bänken aufgebauten steilen Tschapongplateau.

II. Übersicht.

1) Die topographischen Verhältnisse.

Das Sandfeld der Kalahari beginnt auf einem ca. 150 m hohen Plateau, das steil aus der Ebene des Betschuanenlandes aufsteigt. Am Rande beginnt der tiefe Sand, und zwar muß er mindestens 10—20 m Mächtigkeit erreichen.

Er ist überall auf dem Plateau zu finden, selbst auf der schmalen Zunge zwischen Sehaschani und Mohissa, während er auf den Gehängen und in den Tälern fehlt.

Das Plateau erreicht an seinem Ostrand die größte Höhe. Da Loale und Kanno nach *Serpa Pinto* 1171 m hoch liegen, erreicht das Plateau ca. 1320 bis 1350 m Meereshöhe. Es senkt sich nach N.W. ganz erheblich, und zwar gerade innerhalb der Zone tiefen Sandes, des Pupusandfeldes. Mit dem harten Vleysand beginnt auch ebeneres Land bis Inkauani und weiter westlich.

Der Verlauf des Plateaurandes nach N.O. ist nur annähernd bekannt. Er weicht westlich von Mohissa nach Süden zurück, springt noch einmal von N.O. vor, und dann beginnt auf dem Wege zwischen Mungungwo und Inkauani der Sand nach der Angabe *Franz Müllers* mit niedrigem, aber deutlichem Abhang.

Das Sandfeld der östlichen Kalahari fällt nach dem Makarrikarribecken bei Ntschokutsa in einzelnen, freilich sehr niedrigen Stufen ab. Die östlichste, 15 bis 20 m hoch, liegt westlich von Malatschuaï und besteht nur aus Sand. Die beiden nächsten sind 6—8 m hoch und liegen 10, resp. 16 km westlicher. Sie streichen W.S.W.—O.N.O. Jenseits des Makoko-Flußbotts passiert man eine Stufe aus Kalksandstein ca. 24 km westlich Lotlakani, aus hartem Sinterkalk mit Sinterstruktur 10—20 m hoch. Dann kommt der Abfall zu der Pfanne Ntschokutsa.

Das Makoko-Flußbett hat eine S.S.O.—N.N.W.-Richtung und ist ein sehr deutliches, ausgearbeitetes Bett, das früher stets Wasser führte, wie *Livingstone*[2]) von alten Leuten noch erkunden konnte, und das er selbst nach heftigen Regen noch einmal in alter Pracht fließen sah.

2) Die geologischen Verhältnisse.

Wie im Ngamigebiet lassen sich auch hier Grundgestein und Deckschichten unterscheiden.

a) Das Grundgestein.

Am Loaleplateau treten Gesteine auf, die als Mangwatoschichten zusammengefaßt wurden. Von diesen beteiligen sich am Aufbau des Plateaus von Loale bis Mohissa hauptsächlich der Loalemandelstein, sodann der Ssakkosandstein. Wie weit diese Schichten nach Westen reichen, ist nicht bekannt, ebensowenig ihr Alter, während der Ssakkesandstein vielleicht zu den Karroschichten gehört. Jene haben makroskopisch und mikroskopisch so große Ähnlichkeit mit den Ngamidiabasen, beide könnten sehr wohl einer Eruptionsperiode angehören.

Der verkieselte Kalksandstein westlich von Makoko, der mit eingekieseltem Chalcedonsandstein vorkommt und in Bohnerz und Laterit umgewandelt worden ist, sowie die grauen Sandsteine von Malatschuai und Mungungwe gehören möglicherweise zu den Ngamischichten. Sollte das der Fall sein, so würde eine vielleicht sehr flach gelagerte Masse von Ngami-Mangwatoschichten das Grundgestein des Mahurafeldes bilden. Allein ich möchte doch glauben, daß diese Gesteine den Botletleschichten angehören.

b) Die Botletleschichten.

Über dem Grundgestein liegen unverkennbare Gesteine der Botletleschichten. Man hat zu unterscheiden:

Eingekieselte Sandsteine,
Chalcedonschichten,
Brecciöse Chalcedonsandsteine,

Laterit aus Chalcedonsandsteinen,
Verkieselter Schutt von Ngamikalksteinen,
Kalksandsteine,
Schwach und stark dolomitische Kalksandsteine,
Schwach und stark verkieselte Kalksandsteine,
Brecciöse Kalksandsteine.

Diese verschiedenen Gesteine gleichen sowohl makroskopisch dem Habitus nach, als mikroskopisch durchaus den bekannten Botletlegesteinen des Ngamigebiets, so daß die Identifizierung keine Schwierigkeit macht.

Regional lassen sich zwei Arten des Vorkommens unterscheiden.

α) Die glasigen typischen Chalcedonsandsteine treten vom Ostrand des Plateaus bis über den Makoko hinaus auf, und zwar sind sie oberflächlich in Brauneisenstein, teils richtigen zelligen Laterit, teils schaliges Bohnerz umgewandelt worden. Ersterer ist aus anstehendem Gestein, letzterer aus eckigem Schutt entstanden. Dieser Brauneisenstein bildet an der Oberfläche einen groben Grus oder verrät sich durch kleine Brocken im Decksand. Alle diese Chalcedonsandsteine liegen in relativ hohem Meeresniveau, und in ihrem Bereich fehlt Kalk überhaupt oder er tritt nur in den Randgebieten gegen den Kalaharikalk auf, z. B. östlich des Makoko.

β) Die Kalksandsteine wurden zwischen Batschukuru und Lechachana beobachtet. Ob Malatschuaï auch aus ihnen besteht, ist nicht bekannt. Wahrscheinlich liegen sie in einem relativ tiefgelegenen Becken. Sie sind z. T. Wüstenkalkkrusten, z. T. aber salzreiche Bildungen in Brackwasserseen. Im Liegenden treten in Batschukuru eingekieselte, aber mürbe Chalcedonsandsteine auf, die von den Kalksandsteinen äußerlich gar nicht zu unterscheiden sind und lokal glänzende, an Chalcedon reiche Kerne haben, wie jene verkieselte Kerne. Sehr interessant ist das Vorkommen von Platten in Batschukuru, die den Salzpelitkrusten äußerlich und mikroskopisch sehr ähnlich sind. Verkieselung kommt vielfach vor, aber lokal und meist nicht sehr intensiv. Organische Reste, wie Mollusken oder Diatomeen, wurden in ihnen nicht gefunden. Fraglich ist die Stellung der Schichten im Brunnenloch von Inkanani. a) ist entweder eingekieselter oder verkieselter Sandstein und dürfte mit Sicherheit zu den Botletleschichten zu stellen sein. b^1 und b^2 sind frei von Diatomeen und könnten dem Pfannensandstein entsprechen. b^3 und b^1 bilden wohl eine zusammenhängende Ablagerung. Die Knochenreste sprechen für Kalaharikalk, die Gerölle und Chalcedonstücke dürften zerstörten Botletleschichten angehören. So lange aber keine Mollusken oder Diatomeen nachgewiesen worden sind, ist ihr Alter nicht sicher bestimmbar. Die Schicht c dürfte zum Kalaharikalk gehören.

Zwei Gesteinsarten gehören, wie bereits erwähnt, möglicherweise den Botletleschichten an.

Der graue quarzitische Sandstein von Malatschuaï könnte sehr wohl ein Gestein sein, entsprechend dem graugrünlichen eingekieselten Sandstein der Umrandung von Ntschokutsa.

Der verkieselte sandige Kalkstein östlich von Letlakani könnte ein total verkieselter und dann lateritisierter Pfannensandstein sein. Der Habitus und die Art des Vorkommens spricht mehr hierfür als für Ngamikalkstein.

Der Mabälesandstein.

Der Ostrand der Kalahari, und zwar nördlich des Mabäle a pudi-Tals, besteht aus weißem, dickbankigem, mürbem Sandstein, den ich Mabälesandstein nannte. Die undeutlichen Bänke liegen horizontal und bilden bis 30—40 m hohe Plateaus. Die beiden spitzen Zuckerhüte, die eigentlich den Namen Mabäle a pudi — Ziegeneuter — tragen, sind aus einem solchen Plateau

durch Erosion bloßgelegt werden. Der Mabälesandstein liegt diskordant auf S.W. bis N.O.-streichendem, 50° nach S.O. einfallendem, von Diabasgängen durchsetztem Ssakkesandstein. Über ihm liegt Kalaharisand. Zu meinem größten Bedauern sind die gesammelten Handstücke verloren gegangen. Allein dieser Sandstein fiel mir damals auf, obwohl ich noch die Botletleschichten nicht kannte, weil die Sandkörner von mürbem Zement umschlossen waren, und wenn Diagnosen aus der Erinnerung natürlich auch täuschen können, so bin ich doch geneigt, den Mabälosandstein für Botletleschichten zu halten, mürben Chalcedonsandstein, wie in Batschukuru, oder auch mürben Kalksandstein (Pfannensandstein). Die Lagerung dieser Sandsteine unter dem Kalaharisand und diskordant über Ssakkesandstein spricht durchaus für eine Gleichstellung mit den Chalcedonsandsteinen, die dort überall sonst unter dem Kalaharisand liegen.

Es wäre sehr wichtig, genau über die Stellung des Mabälesandsteins unterrichtet zu sein, denn es knüpfen sich, wie wir sehen werden, an seine Erklärung Probleme von großer Tragweite.

c) Der Kalaharikalk.

Die Abgrenzung des Kalaharikalks gegen die zu den Botletleschichten gestellten Kalksandsteine ist nicht durchführbar. Stellt man nur diejenigen Kalke, die organische Reste enthalten, zum Kalaharikalk, so gehören diesem nur die mürben Kalksandsteine des Makoko mit dem Kalktuff von Lotlakane und die Schicht b^3, b^4 und c in Iukauani an, alle anderen Kalke wären zu den Botletleschichten zu stellen.

Sinterkalk aus der Kalaharikalkzeit ohne organische Reste ist nun aber eine häufige Erscheinung. Kalaharikalksandstein mit Verkieselungen ist auch bekannt, also könnten beide doch dem Kalaharikalk entsprechen, besonders der Sinterkalk, ebenso gut aber auch dem Pfannensandstein. Man muß sich damit begnügen festzustellen, daß eine Trennung vorläufig nicht durchführbar ist.

Die Kalksandsteine des Makoko gleichen durchaus den entsprechenden Ablagerungen am Botletle, ebenso wie der Kalktuff von Lotlakane den Pfannentuffen in jeder Hinsicht gleicht. Letzterer ist zweifellos jünger als der Kalksandstein, der die Talwände bildet.

d) Der Laterit.

Wie an den Popafällen und auf dem ²Oasplateau sind die Chalcedonsandsteine des Lealoplateaus in Laterit verwandelt worden. Wahrscheinlich waren die eisenschüssigen Sandsteine und Bohnerzmassen des Mahurafeldes, deren eckiger Schutt in Bohnerz und Eisensandstein umgewandelt worden ist, auch Chalcedonsandsteine, z. T. aber auch verkieselte Kalksandsteine.

e) Kalaharisand und Decksand.

Beide Sandarten mögen hier gemeinsam behandelt werden, da sie kaum zu trennen sind.

Der Sand des Mahurafeldes ist, soweit ich ihn kennen lernte, vorwiegend Decksand, nicht Kalaharisand, d. h. er enthält Brocken des liegenden Gesteins. Dabei läßt sich die bemerkenswerte Erscheinung feststellen, daß der Sand von dem Makarrikarribecken aus nach dem südöstlichen Plateaurand hin an Mächtigkeit zunimmt.

Zwischen Ntschokutsa und dem Makoko, ja eigentlich bis zu den Stufen westlich von Malatschnaï herrscht der Decksand durchaus vor. Der Kalaharisand tritt in Streifen auf, die aber keine erhebliche Ausdehnung und Mächtigkeit haben. Der Decksand mit Kalkschollen, mit Brocken von Kalk, Chalcedonsandstein und Brauneisenstein kommt immer wieder zum Vorschein und dominiert.

Der Makoko hat bei Lotlakano keine auffallenden Sandanhäufungen an den Ufern. Auf der mit tiefem, gelbbraunem bis rotem Sand bedeckten, aber wohl aus Gestein bestehenden Stufe herrscht dann der Kalaharisand vor, aber zonenweise von Decksand unterbrochen. Kalkschollen im Sand sind in der Umgebung der Kalkpfannen häufig. Rund um die Pfanne Inkauani ist der rote Kalaharisand in den liegendsten Partien — d. h. bis ca. 1 m hoch — rötlichgrau und kalkreich.

Südöstlich von Lechachana liegt noch viel Decksand, dann aber beginnt mit dem Pupusandfeld erst der eigentliche Kalaharisand, ein tiefer, rötlicher bis gelblicher Sand, der mindestens 20 m, wahrscheinlich aber noch mehr Mächtigkeit erreichen dürfte und dessen Oberfläche von N.W. nach S.O. erheblich ansteigt.

Über die Beschaffenheit des Sandes zwischen Inkauani und Mungungwe kann ich keine Angaben machen.

Entsprechend dem Charakter des Sandes ist die Vegetation der östlichen Kalahari nur streckenweise echter Kalaharibusch. Kaiwald mit Mochonono bedeckt das Pupusandfeld und die Regionen tiefen Sandes um die Kalkpfannen herum, allein in dem ganzen westlichen Gebiet herrscht Decksandbusch und Vleybusch vor; Mopani, Mokabi, Moschäschü, Mochailiri, Moretloa, Mangana, Mossú, selbst Moga an feuchten Niederungen, d. h. feucht während der Regenzeit. Diese Vegetationsdecke schon allein zeigt, daß der Sand nicht tief ist.

Sehr bemerkenswert ist der Umstand, daß das Sandfeld der östlichen Kalahari — sehen wir von der Stufenbildung ab — eine wenig gewellte Ebene ist. Es fehlen ausgedehnte und regelmäßige Vertiefungen mit Vleys und Vleybusch, die man als alte Flußbetten ansprechen könnte und an deren Ufern der rote Kalaharisand hauptsächlich angehäuft ist. Das Makokobett habe ich nur an einer Stelle gekreuzt, wo es tief eingeschnitten ist, Sandwälle waren dort nicht zu beobachten, weiter südlich oder nördlich mögen die Verhältnisse aber anders sein.

f) Alluvien.

Die alluvialen Bildungen der östlichen Kalahari sind auf die Stromrinne des Makoko beschränkt. Sie bestehen aus abgeschwemmten Sanden, Kalk- und Sandsteingeröllen und bedürfen keiner weiteren Erklärung.

g) Die Kalkpfannen.

Betrachten wir zum Schluß noch die Kalkpfannen im Vergleich mit denen anderer Gegenden.

Ihre Beziehungen zum Grundgestein waren nirgends zu beobachten. Der Boden wird wohl durchweg von Botletlegesteinen gebildet, Chalcedon- und Kalksandsteinen. Die Umrandung ist wohl Kalaharikalk, allein eine scharfe Grenze zwischen beiden war nicht zu ziehen. Kalktuff fehlt überall, aber es ist wohl möglich, daß er früher vorhanden war und total zerstört worden ist, daher die meist schüsselförmige Senkung der Pfannen.

Eigenartig ist das Becken von Inkauani mit dem absolut flachen Boden. Daß auch hier eine Kalktuffschicht entfernt worden ist, ist weniger wahrscheinlich. Wir wollen auf seine Deutung erst im Anschluß an die Salzpfannen des Makarrikarribeckens zurückkommen.

Eigentümlich ist das Kalktuffvorkommen von Lotlakani. Wenn ich die Verhältnisse richtig deute, so wurde ein bereits bestehendes, in Botletleschichten erodiertes Tal mit mürbem Kalksandstein ausgefüllt. In einer pfannenförmigen Vertiefung desselben lagerte sich der Pfannenkalktuff ab. Später wurde dieser, wie auch der Kalksandstein von der heutigen Stromrinne durchschnitten.

III. Der nicht bereiste Teil des Mahurafeldes.

Aus dem Gebiet N.O. des Reiseweges kennen wir die Namen von Kalkpfannen und ihre ungefähre Lage. So liegen östlich von Letlakani 3 Kalkpfannen, Sorenyan, Tauani und Maruti. Ein Wagenweg führt über die beiden ersteren nach Inkauani und von Tauani über Maruti nach Tlala Mabäle, das am Weg von Mungungwe nach den großen Salzpfannen gelegen ist. Dieser letztere Weg ist oft begangen worden, und so haben wir denn einige Notizen über diese Gegend.

Nördlich des Kalahariplateaus zwischen Mohissa und Mungungwe erstreckt sich die Makweebene nach Norden. Nach *Holub*[4]) hat sie einen Humusboden, der, in der Regenzeit ein Morast, in der Trockenzeit durch seine Dürre das Reisen sehr erschwert. Er besteht höchstwahrscheinlich aus Humus und zersetztem Lealemandelstein und ist entstanden durch Abschwemmen und flächenhaftes Ausbreiten des zersetzten Mandelsteins in der Ebene. Genau derselbe Boden ist am Fuß des Plateaus an seiner Ostseite entwickelt.

Die Makweebene senkt sich nach *Holub* zum Salzseebassin hinab, indes dürfte der Humusboden nicht so weit nach Norden gehen. *Holubs* Karte[5]) enthält zahlreiche geologische Notizen, so vor allem den Namen „Karreokalk", der anscheinend harter Sinterkalk der Kalaharischichten ist, ferner „bewaldete Dünen" und auch „grauer Sandstein".

Auch in seiner Beschreibung[6]) spricht *Holub* von „Karreokalkbulten" mit kleinen Mollusken-Fossilien. Der Humusboden aber sei salzhaltig, und der Salzstaub reize Augen und Lungen. In dieser Gegend liegt auch Tlala Mabäle (Zwei Spuren), nach *Chapman* ein Brunnen in einer Kalksteinablagerung.

Ein erheblicher Wandel tritt ein bei Dinokana, — *Holubs* Bergfontein. Hier liegt nach diesem Forscher ein bewaldeter Plateaurand, von dem aus ein Tati-Bach abgeht, der nach *Pinto*[7]) zum Fluß gehen soll, nach andern aber zu den Salzpfannen.

Nach *Holub*[8]) besteht diese Stufe aus „zersetzten Trachyt", also wohl Lealediabas und -mandelstein. Der Abhang ist, nach den Höhenangaben der *Holub*schen Karte zu schließen, ca. 140 m über dem Niveau des Salzpfannenbeckens gelegen. Er ist zerrissen, von Schluchten durchfurcht und mit tropischem Wald bedeckt.

Aus diesen Angaben scheint hervorzugehen, daß das Grundgestein der Ebene Lealediabas ist, der an dem Dinokanasteilrand zutage tritt, oberflächlich verhüllt von Sand, Kalaharikalk und eventuell Botletlesandsteinen. Aber der Abfall der Ebene zu dem Salzpfannenbecken erfolgt nicht gleichmäßig nach N. hin.

Pinto gibt nämlich für die Vley Morralana, südlich Dinokana, eine Höhe, die um 40 m tiefer liegt als die Quellen von Dinokana, die noch um ca. 50 m tiefer liegen dürften, als die Höhe des Plateaurandes. Auch *Holub* gibt auf seiner Karte zwischen Mohissa und Dinokana relative Niveaudifferenzen von über 100 m an (1063 m neben 1169 m). Demnach handelt es sich mindestens um ein welliges Land, wenn auch die einzelnen Wellen so breit sein mögen, daß man sich auf einer Ebene zu befinden glaubt. Im großen und ganzen senkt sich das Land indes nach Norden, so daß nach *Holub* der Plateaurand bei Dinokana ca. 40 m niedriger als Mohissa liegt.

Wie dieser Plateaurand verläuft, ist nicht bekannt. Möglich, daß die Stufen westlich von Malatschuaï mit ihm zusammenhängen. Es fehlt vorläufig aber noch jeder Anhalt für eine solche Annahme. Ebensowenig wissen wir etwas über die Verbindung nach O. mit dem Massiv des Matabelelandes oder dem Mohissaplateau. Letzteres endet im N.O. von Mohissa, und der Bach von Mohissa umgeht es, um zum Serule zu gelangen. Nördlich von Palapye zieht sich eine Ebene hin, bestehend aus archaischem Gestein mit einzelnen isolierten Hügeln. Durch

dieses Land führt die Bahn nach Buleways. Das wahrscheinlichste ist es, daß die Makwaebene allmählich in die östliche Ebene übergeht, und zwar sich herabsenkt, da die Flußläufe nach S.O. gerichtet sind. Sollte der Dinokanabach wirklich zum Maklantsi gehen, so würde die Vorstellung, daß sich das Salzpfannenbecken einst nach Osten hin zum Limpopo hin entleert habe, an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Das Sandfeld südwestlich unserer Reiseroute gehört zu den unbekanntesten Teilen der Kalahari. Nahe unserer Route liegt das Bett des Makoko. *Livingstone* ist dem Lauf desselben gefolgt, allein sein Bericht ist hier gerade ganz dürftig. Er kam über Lopepe, Mankwe und Sseretli, alle drei frühere Wasserplätze im Sandfeld. Der Lauf des Makoke, wie er auf der Übersichtskarte (Blatt 1 u. 2) gezeichnet ist, ist auch unsicher. Clarke, der Kartograph der Expedition, zeichnete auf seiner Karte einen Bogen nach N., der den Weg zwischen Malatschuaï und Kokongyani kreuzen sollte. Allein ich habe von solchem Flußlauf nichts gesehen, und bei Kokongyani kommt das Bett sicherlich aus Süden, nicht aus N.O., wie Clarke meint.

Auf der *Grundemann*schen Karte[9]) über die Routen *v. Fritsch'* ist ein Flußbett gezeichnet, das vom Sseretli zum Epukiro oder Letyahau geht, parallel zum Makoke, fraglich mit welchem Recht.

Der Verlauf der Ostgrenze des Sandfeldes ist nicht genau bekannt. Bei Schoscheng scheint der Sand nahe an den Rand des Plateaus zu treten, denn *Holub*[10]) passierte nördlich dieser Stadt ein „tiefsandiges bewaldetes Hochplateau". Dieser Ausdruck weist entschieden auf den Kalaharisand hin, und daß unter demselben Laterit aus Botletleschichten liegt, kann man aus *Schulz'* Angaben über „Lava" schließen.[11])

Sicher ist jedenfalls, daß Sseretli nach *Livingstones* spezieller Angabe bereits im Sandfeld gelegen ist. Weiter südlich scheint aber dasselbe nach Westen zurückzuweichen, so daß zwischen ihm und dem Rand des Plateaus ein Gesteinsfeld sich entwickelt.

IV. Folgerungen.

1) Die Wüstenperiode.

Die Oberfläche des Grundgesteins war nirgends zu beobachten. Auch bei Loale war der Kontakt mit den Botletlegesteinen nicht aufgeschlossen.

2) Die erste Periode der Kieselsäurelösungen.

Diese wird durch die eingekieselten Gesteine sehr gut vertreten, und deuten geschichtete reine Chalcedonbänke auf eine Ablagerung in Seen, vielleicht Salzseen, hin. Auch trockenere Perioden traten während dieser Zeit ein, das beweisen die brecciösen Chalcedonsandsteine.

3) Die erste Periode der Kalklösungen — Pfannensandsteine.

Kalksandsteine bildeten sich nach Entstehung der eingekieselten Chalcedonsandsteine anscheinend in einem Salzwasserbecken zwischen Lachachana und Batschukuru (Malatschuaï?) Auffallend ist der geringe Gegensatz zwischen dieser und der vorhergehenden Periode in Batschukuru. Dort scheinen lose Sande zuerst eingekieselt, dann eingekalkt zu sein, ohne daß eine Abgrenzung möglich wäre.

Wie weit die Kalke der Hochfläche (Sinterkalke) dieser Periode angehören, ist nicht bekannt.

4) Die zweite Periode der Kieselsäurelösungen.

Verkieselung von Kalksandsteinen ist wiederholt beobachtet worden, bald stärker, bald schwächer, so z. B. in Inkauani, Batschukuru, auf dem Plateau östlich von Letlakani, ohne daß man freilich diese Kalksandsteine mit den Pfannensandsteinen der westlichen Gebiete identifizieren könnte.

5) Die zweite Periode der Kalklösungen — Kalaharikalk.

Rechnen wir zu derselben alle Kalke, in denen Verkieselung nicht stattgefunden hat, so fallen in diese Periode die Sinterkalke der Hochflächen, die Kalkumrandungen der Pfannen und vor allem der Kalksandstein des Makoko und der Kalktuff von Letlakane.

Während aber sonst der Kalaharikalk als Decke über alles Gestein hinweggeht, so ist er hier mehr lokal entwickelt und anscheinend in relativ niedrigem Niveau — vielleicht Becken — zu finden.

Unsere Kenntnisse von dem Mahurafeld sind zu lückenhaft, als daß es möglich wäre, die verschiedenen Perioden mit Sicherheit zu unterscheiden. Soviel steht aber jetzt schon fest, daß eingekieselte Gesteine zu unterst liegen, dann aber Kalksandsteinbildungen folgten, die durch mehrere Perioden von Trockenheit — Oberflächenbänke, Breccienbildung durch Zerplatzen, Verkieselung — unterbrochen werden.

6) Der Laterit.

In höherem Niveau vertritt den Kalaharikalk der Laterit. Er ist entstanden nach Bildung der eingekieselten Chalcedonsandsteine und vor Ablagerung des Kalaharisandes. Falls der total verkieselte Kalksandstein östlich von Kokongyani ein Pfannensandstein ist, so fällt die Lateritbildung zwischen die zweite Periode der Kieselsäurelösungen und den Kalaharisand, würde also etwa dem Kalaharikalk zeitlich entsprechen. Es wäre also auf den hochgelegenen Partien Laterit durch Verwitterung von Chalcedonsandstein entstanden, während in den tiefer gelegenen Partien Kalksinter und in noch tieferen Flußbetten und in Becken Kalk und Kalksandstein zur Ablagerung gelangte.

Es bestätigt sich hier jedenfalls die alte Regel, daß Laterit und Kalaharikalk sich ausschließen. Nur östlich des Makoko tritt Rinden- und Sinterkalk über dem Brauneisenstein und Chalcedonsandstein auf, aber nur in wenig mächtigen Rinden und Fladen.

7) Die Periode des Kalaharisandes.

Wir kommen jetzt zu einem Problem, das mit zu den interessantesten der ganzen Kalahari gehört, nämlich der Entstehung des Kalaharisandes im Mahurafeld.

In dem ganzen weiten Gebiet des Ngamilandes fanden wir zahlreiche Anzeichen dafür, daß die Sande durch Flüsse ausgebreitet seien. Dabei haben wir bisher die Frage vermieden nach der Herkunft des Sandes. Lagen doch westlich weite ansteigende Gebiete und die Gebirge des Damaralandes, aus denen der Sand stammen konnte. Hier liegen die Verhältnisse ganz anders. Das Land sinkt von S.O. nach N.W. und N. hin ab. Wenn der Sand auch hier durch Flüsse ausgebreitet worden ist, dann müssen dieselben, wie es ja auch der Makoko tut, aus S. gekommen sein. Nun endet aber das Sandfeld ganz plötzlich mit einem steilen Rand als Plateau. Demnach ist es absolut ausgeschlossen, daß der Sand durch Flüsse bei den heutzutage vorhandenen Oberflächenformen abgelagert sein kann.

Wir werden also dem Sand entweder eine andere Entstehungsweise zuschreiben müssen, oder die Oberflächenformen müssen damals andere gewesen sein.

Zunächst werden wir feststellen müssen, daß der Sand des Mahurafeldes, soweit er bis jetzt bekannt ist, nicht unbedingt Wasserablagerung sein muß. Zum ersten Mal begegnen wir hier an einem großen Flußbett keinen hohen Sandwällen an den Ufern, unverkennbare alte Flußbetten innerhalb des Sandfelds wurden hier nicht beobachtet, der Gegensatz zwischen grauem Vleysand in Niederungen und Pfannen und dem roten Sand auf Erhebungen ist nicht scharf ausgesprochen, graurötliche Sande neben roten dominieren.

Wenn der Sand um die Pfanne von Inkauani im Liegenden kalkreich ist, so beweist das nicht ohne weiteres eine Ablagerung des ganzen Sandfeldes als Fluß- und Seeablagerung. Seebecken mit kalkreichem Sediment können recht wohl bestanden haben, als Winde den Sand über das Land ausbreiteten.

Wir müssen jedenfalls feststellen, daß die Verhältnisse des Sandfeldes nicht unbedingt für eine Ablagerung des Sandes in Flüssen und Seen sprechen. Er könnte recht wohl durch Winde ausgebreitet worden sein.

a) Ist der Sand eine Windablagerung?

Loser Sand, wie der Kalaharisand, kann sehr wohl durch Wind ausgebreitet worden sein, und eine Lagerung am Plateaurand, wie sie tatsächlich besteht, wäre auch bei Flugsand möglich. Wenn man nun annimmt, daß der Kalaharisand des Mahurafeldes eine Flugsandbildung ist, so kann dieselbe nur Westwinden ihre Entstehung verdanken.

Gehen wir also einmal von dieser Voraussetzung aus! Ausbreitung durch westliche, resp. nordwestliche Winde würden die Verteilung des Sandes im Mahurafeld in mancher Beziehung wohl erklären, z. B. die mächtige Anhäufung von Sand im Pupusandfeld, also gerade am Ostrand des Plateaus. Schon weniger zu westlichen als vielmehr östlichen Winden paßt aber die Lagerung des Sandes in der Bucht von Mohissa.

Andere Punkte sprechen entschieden gegen frühere Westwinde. Selbst wenn man ein feuchteres Klima mit Wald- und Wasserbedeckung des inneren Beckens annimmt, wäre bei der ganzen Lage und Gestaltung Südafrikas ein Vorherrschen westlicher Winde in dieser Gegend nicht recht erklärlich. Außerdem haben wir ja bisher da, wo der Kalaharisand zweifellos Flugsandbildung ist, d. h. dem Wind seine heutige Lagerung verdankt, stets auf ehemalige östliche Winde schließen müssen, wie sie heutzutage noch bestehen.

Man wird also mit der Annahme, daß westliche Winde den Sand über das Land verbreitet hätten, vorsichtig sein müssen.

b) Waren die Oberflächenformen früher andere?

Man kann mit aller Bestimmtheit behaupten, daß das Kalahariplateau seit Ablagerung der Deckschichten bedeutende Veränderungen durchgemacht hat.

α) Daß die Botletleschichten in der Form, wie wir sie heute finden, auf dem Kalahariplateau abgelagert worden sind, ist ausgeschlossen. Selbst wenn man annimmt, daß die Chalcedonsandsteine als eingekieselte Wüstensande recht wohl am Rand eines Abhangs entstanden sein können, auf dem Gipfel der Hügel von Mohissa hätten sie sich nicht bilden können, die Chalcedonbänke aber müssen erst recht ursprünglich innerhalb eines Beckens gelegen haben.

Es ist wohl unnötig, darauf hinzuweisen, daß der Mabälesandstein, wenn er zu den Botletlegesteinen gehört, ebenfalls unter ganz anderen Verhältnissen zur Ablagerung gelangt sein muß, nämlich als eine ausgedehntere Ablagerung,

umgeben von älteren Gesteinen. Das Kalahariplateau muß sich also bedeutend weiter nach Osten erstreckt haben.

β) Der Latorit bricht, ebenso wie die Chalcedonsandsteine, am Plateaurand ab, es ist aber durchaus nicht notwendig, aus solchem Verhalten auf eine wesentlich größere Ausdehnung zur Zeit seiner Entstehung zu schließen, denn er ist ein Verwitterungsprodukt, nicht eine klastische Ablagerung.

Der Kalaharisand dagegen kann, selbst wenn er Flugsand aus Westen wäre, kaum in der Weise zur Ablagerung gelangt sein, in der er heutzutage liegt. Man betrachte einmal die schmale Halbinsel des Plateaus bei Mohissa. Auf derselben liegt der Kalaharisand als mächtige Schicht. Er fehlt völlig der Bucht von Mohissa und ihrem Ostgehänge, er fehlt dem Tal von Schaschani auf der Ostseite des Plateaus. Unter solchen Verhältnissen müßte man annehmen, daß das Plateau bei Mohissa erst nach Ablagerung des Sandes seine heutige Form erhalten habe.

Wir wären also gezwungen anzunehmen, daß nicht nur nach Ablagerung der Botletleschichten, sondern auch des Kalaharisandes der Plateaurand durch Erosion ganz wesentlich verändert worden sei.

Wenn man nun bedenkt, welche gewaltigen Niederschläge in der Zeit gefallen sein müssen, als im Westen der mittleren Kalahari der Sand durch die zahlreichen Ströme ausgebreitet wurde und ein Teil des Landes ein Sumpfsystem war, so könnte man sich vielleicht vorstellen, daß die Regen im Betschuanenland eine Erosionskraft ausüben, die mit den heutigen Verhältnissen ebenso kontrastierte, wie das trockene Sandfeld mit den Schilfsümpfen des Okavangobeckens. Man brauchte sich auch nicht zu wundern, wenn man Beweise für energische Erosion in jüngster Zeit in diesen Regionen fände.

Allein würde die stattgehabte Erosion genügen, um den Schluß zuzulassen, daß der Kalaharisand durch Flüsse aus Osten oder Südosten im Mahurafeld abgelagert worden ist?

Wenn das der Fall sein sollte, so müßte das Kalahariplateau die Gebirge der Ostküste erreicht haben, es müßte das ganze große Limpopotal erst in jüngster Zeit erodiert worden sein.

Man wird mir zugeben, daß man vor solcher Vorstellung doch zurückschrickt. Die Erosionsbeträge wären so kolossale, daß man nicht an sie glauben mag und lieber nach anderer Erklärung der lockeren Sandanhäufungen am Ostrande des inneren Beckens sucht.

Ich bin weit davon entfernt zu behaupten oder auch nur die Hypothese aufzustellen, daß das Kalahariplateau zur Zeit der Ablagerung des Sandes noch mit dem Limpopoplateau zusammenhing und der Sand des Mahurafeldes vielleicht Flüssen, die von O. oder S.O. auf demselben herabflossen, seine Entstehung verdankt, allein andererseits möchte ich doch nicht nur deshalb, weil uns die Zeit für die Erosion, die darauf bis zur Jetztzeit erfolgt sein muß, viel, viel zu kurz dünkt, einfach die Möglichkeit solcher Entstehung von der Hand weisen.

Wir wissen von den geologischen Verhältnissen des Bamangwatolandes viel zu wenig, um jetzt schon ein Urteil fällen zu können, allein die Erörterung der Probleme und der Möglichkeit ihrer Erklärung in obiger Form halte ich für nützlich, weil sie vielleicht zu neuen, zielbewußten Forschungen anzuregen geeignet ist.

Anmerkungen.

[1]) *Schulz*: The New Africa. London 1897. S. 375.
[2]) *Passarge*: Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde. 1901.
[3]) *Livingstone*: Missionsreisen. Bd. I. S. 194.
[4]) *Holub*: Sieben Jahre in Südafrika. Bd. II. S. 54.
[5]) — l. c.
[6]) — Ins Land der Maschukulumbwa. Wien 1890. Bd. I. S. 274.
[7]) *Pinto*: Quer durch Afrika. Bd. II. S. 170.
[8]) *Holub*: Ins Land etc. Bd. I. S. 274.
[9]) *Grundemann*: Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde. 1868.
[10]) *Holub*: Sieben Jahre etc. Bd. II. S. 53.
[11]) *Schulz*: l. c. S. 18.

Kapitel XXX.

Die Kalahari außerhalb der bereisten Gebiete.*)

Die Darstellung der eigenen Aufnahmen und Beobachtungen ist beendet. Wir haben nur einen kleinen Teil der großen Kalahari kennen gelernt, sind aber vielleicht doch zu manchen interessanten Ergebnissen gelangt. Es bleibt nun noch übrig, die nicht bereisten Gebiete näher zu betrachten.

So sei denn in diesem Kapitel ein Überblick gegeben über die bisher veröffentlichten Beobachtnugen aus jenen weiten Gebieten, ohne Schlußfolgerungen, ohne Vergleich mit den eigenen Aufnahmen. Letzteres sei die Aufgabe der zusammenfassenden Schlußkapitel.

Wir wollen mit dem Salzpfannenbecken beginnen und nach Norden, Westen und Süden fortschreitend die Sandfelder kennen lernen, die das Ngamiland umgeben.

I. Das Makarrikarribecken.

Nach der übereinstimmenden Darstellung aller Reisenden seit *Livingstone* soll der Botletle von dem Kumadausee nach Osten gehen und in die große Salzpfanne Schua oder Ssoa münden, deren Ostrand wohl bekannt ist.

Tatsächlich erwähnt, auf Grund eigner Anschauung, wird dieser Fluß östlich des Kumadau aber nur von *Chapman* [1]), und zwar zwischen Ntschokutsa und Kubi. Er muß dort ein deutliches Bett haben, denn *Chapman* spricht von der „opposite side", und in ihm lagen Salzwasserteiche. Auf dem Rückweg ging *Chapman* etwas östlicher direkt nach Lotlakani. Er sagt bei dieser Gelegenheit aber nur, daß Kubi 5 Stunden (also ca. 15 miles) vom Botletle entfernt sei.

Livingstone, der sowohl von Ntschokutsa nach Kubi, als von jener Pfanne direkt nach N. gereist ist, erwähnt ihn überhaupt nicht.**) Nach *Chapman* breitet sich der Botletle einige Miles östlich von Kubi in einen großen Salzsee aus, der bis zum Schua-Fluß (= Nata) reichte.[2]) Andere, wie *Holub* [3]), nehmen die Existenz mehrerer Salzseen und damit mehrerer Arme des Botletle an. Seit *Holubs* Karte hat diese Anschauung allgemeine Verbreitung gewonnen. Wirklich gesehen hat das aber niemand, alle Angaben folgen den sich vielfach widersprechenden Ansichten der Buschmänner.

*) Hierzu Blatt 1, 2 und 11.

**) Die Karte in *Livingstones* Buch zeigt nur auf der ersten Route den Botletle. Der große Salzsee fehlt überhaupt.

Am Ostrande des Salzpfannengebiets passiert man nach *Holub* drei große Pfannen. Die größte ist die Ssoa oder Schua, die zweite nennt er Karrikarri, die dritte Tsitani. Zwischen diesen einzelnen Becken liegen zahllose kleinere Salzseen, zwischen Tsitani und Karrikarri allein zählte *Holub* deren 42, darunter den Schenni-Salzsee.

Ein anderes Bild erhält man aus der Beschreibung von *Chapman*, der auf demselben Wege gereist ist. Nach seiner Schilderung liegt beständig im Westen sichtbar ein großer Salzsee mit Ausläufern nach O. So ist z. B. *Holubs* Khaletsani anscheinend Qualiba, *Holubs* Tsitani ist *Chapmans* Tschuatsa, eine Pfanne, die der von Ntsebokutsa ähnlich sein soll.[4]) Von dieser Pfanne ab biege die große Salzpfanne nach W. ab.

Ich möchte glauben, daß *Chapmans* Darstellung die richtige ist, und zwar deshalb, weil *Serpa Pinto* und *Schulz* auch nur einen See annehmen, *Holub* aber auf der Karte seines zweiten definitiven Reisewerks den See genau so zeichnet, wie ihn *Chapman* beschreibt, während er freilich im Text ausdrücklich für 3 einzelne Seen eintritt. *Holub* hat zweifellos eine Inkonsequenz begangen.

Über den Charakter der Pfannen wissen wir wenig. *Chapman* sagt von der Schuapfanne, die Ufer wären steil und abgebrochen. Nach *Holub*[5]) beträgt die Tiefe nur 4 Fuß, nach *Serpa Pinto* dagegen 9—16 Fuß.[6]) Die Pfanne Tsitani (= Tschuatsa) soll nach *Holub* sogar nur 2 Fuß tief sein.[7])

Wie das Salzpfannengebiet im Osten endet, ist nicht ganz klar. *Serpa Pinto* sagt, das Land steige nach Ost bis zum 28. oder $28^1/_2{}^0$ ö. L. gegen das Matabeleland zu an. *Holub* zeichnet auf seiner ersten Karte einzelne Ränder, die anscheinend nur niedrig sind, auf der zweiten sieht man ein Plateau im Süden und eines im N.O. Dazwischen eine Senke.

Aurel Schulz[8]) betont den schnellen Abfall (!) des Landes nach O. In der Richtung dieser Senkung liege der Tschuanifluß, und *Schulz* glaubt an einen ehemaligen Abfluß des Sees nach dem Schascha = Limpopo (cfr. weiter unten).

Das Land östlich der Salzpfannen ist nach ihm eine grasige Ebene mit zahllosen trockenen Sandbetten, die ein Labyrinth bilden meilenweit ins Land hinein.

Demnach kann man wohl annehmen, daß das Salzpfannengebiet nach S.O. hin in eine weite Ebene übergeht, die nach der Auffassung einiger Reisender sogar den einstigen Abflußweg zum Limpopo darstellt.

Von Osten her münden in die Salzpfannen mehrere Flüsse. Der größte, der Nata oder Sebua, ist nach *Chapman*[9]) 200 Yard breit und 60—70 Yard tief (?). Innerhalb des Bettes liegen nach *Holub* einige Salzpfannen, die wirklich reines, verschieden gefärbtes Salz als mehrere Zoll starke Kruste auf einer Unterlage von „Ton“ enthalten. *Chapman* berichtet eine seltsame Erscheinung, daß sich nämlich unter diesem Salz und der Salzerde Süßwasser befände und daß Menschen und Tiere nach demselben graben.

Daß der Nata aus N.O. kommt und periodisch große Wassermassen in die große Salzpfanne bringt, wird von allen Reisenden bestätigt. Ein anderer Bach, der anscheinend auch in die Pfanne fließt, ist der Simoani.

Lebhafte Kämpfe sind nun aber um den Tschuani (Tschaneng) geführt werden. Er ist nach *Holub*[10]) 10—16 Fuß tief und 60 Fuß breit. Auf seiner ersten Reise kam *Holub* zu dem Resultat, dieser Bach fließe nach O. Dasselbe bestätigt mit aller Entschiedenheit *Aurel Schulz*. Er meint, daß durch Niederbrechen von vulkanischen Gängen die Bahn zum Limpopo frei wurde.

Auf seiner zweiten Reise hat aber *Holub* den Tschuani nach der Pfanne hin fließen gesehen, wenn das Wasser diese selbst auch nicht erreiche. Der Händler Tom Fry, der das Salzpfannengebiet gut kennt, erzählte mir dagegen, er habe mit eigenen Augen gesehen, wie das Wasser aus der gefüllten Ssoapfanne nach Osten durch den Tschuani abfloß.

Aus diesen widersprechenden Angaben kann man wohl schließen, daß das

Land so eben ist, daß das Wasser bald östlich, bald westlich fließen kann, je nachdem die Pfanne gefüllt oder im Osten Regen gefallen ist. Damit ist denn ohne weiteres die Möglichkeit gegeben, daß das Wasser aus den Pfannen nach Osten hin abfließen kann — wie weit, ist freilich eine andere Frage. Den Schaschi braucht es darum noch nicht zu erreichen.

Solange nicht durch sehr genaue Aufnahmen die Natur des Landes zwischen dem Makarrikarribecken und dem Maklautsi und Tatifluß klargestellt werden ist, kann man nichts Bestimmtes behaupten. Nur soviel sei hier bemerkt, daß die sehr bedeutende Verschiedenheit zwischen der Wasserflora und den typischen Wasserbäumen des Botletle-Okavango-Sambesi-Gebiets und der Vegetation des Limpopo ganz entschieden gegen eine ehemalige Verbindung spricht (Kap. XXXVIII).

Die Tschuatsa (Tsitani) erhält aus O. einen Zufluß, den Meca (Mia) *Chapmans, Holubs* Tsitanibach.

Der Südrand der großen Pfanne soll zwar von Tschuatsa ab nach Westen umbiegen. Wie das Land aber bis Ntschokutsa aussieht, ob ein Plateaurand das Becken abschließt, ob dort noch mehr Salzpfannen liegen, wissen wir nicht. Nur eine Notiz *Livingstones* haben wir, die sich auf diese Gegend bezieht.

10 miles (16 km) nördlich von Orapa, das zwischen Lotlakani und Ntschokutsa liegt, soll eine Salzpfanne Tschuantsa liegen, deren Boden mit einer $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Salzkruste bedeckt ist. *Livingstone* hat sie aber anscheinend nicht selbst gesehen. Ist nun Tschuantsa eine besondere Pfanne oder identisch mit Tschuatsa? In letzterem Fall wäre die angegebene Entfernung wohl falsch.

Besser orientiert sind wir über den Nordrand. Auf dieser Seite schließt das Madenassasandfeld die Ebene des Makarrikarrigebiets ab. Der Sand liegt auf einer Linie, die etwas nördlich von Kamakama, wo *Livingstone*[11]) den Beginn des Mochononowaldes, ergo des Sandfeldes erwähnt, nach Metsi botloko geht. 10 miles nördlich von dieser Kalkpfanne beginnt nach *Chapman* der tiefe Sand.[12])

Auf der Westseite verbindet sich der Sand des Madenassafeldes mit dem Sand am Botletle. Letzterer bildet die Westgrenze und stellt an der NO.-Ecke des Flusses einen 5—6 miles (8—10 km) breiten Streifen vor, der sich aber bekanntlich vor dem Erroichen von Ssebituanes Drift auskeilt.

Innerhalb dieses Gebiets, dessen Grenzen und Rückgrat wir bis jetzt kennen gelernt haben, liegen nun noch andere Pfannen. Die größte und wichtigste ist die Ntwetwe. Sie hat nach *Chapman* eine Breite von 18—20 miles und eine Länge von 90—100 miles. *Livingstone*[13]) nennt sie ein „ungeheures Becken", 15 miles breit und 100 lang. Nach *Chapman* ist sie mit Salzeffloreszenzen bedeckt, die der Wind als Wolken fortbläst. Dieser Salzstaub entzünde die Augen der Menschen und Tiere.[14])

Die Lage dieser Pfanne auf den Karten stimmt mit den Beschreibungen *Chapmans* und *Baines* nicht überein. Nach diesen liegen die Quellen von „Tsagoobye", die zu den Matlomaganyani-Quellen gehören, 1—2 miles vom Nordende der Ntwetwe entfernt.[15]) Die Tiere wurden derthin zum Wasser geschickt. Auf *Chapmans* Karte liegt die Pfanne aber viel südlicher. Da diese Karte recht mäßig ist, dürfte die Beschreibung maßgebend sein, und die Lage der Ntwetwe wurde dementsprechend auf meiner Karte verändert.

Ähnliche aber sehr viel kleinere Salzpfannen sind nun anscheinend über das ganze Gebiet hin in großer Zahl zerstreut, desgleichen Kalkpfannen. Denn das sind die „springponds" von *Chapman*, die, von Geröll umgeben und von Kalktuff erfüllt, sich in großer Zahl im Nordgebiet finden und auf die wir noch zurückkommen wollen. Zu diesen Kalkpfannen gehören unter anderem die Kettenquellen — Matlomaganyani, Zouthara, Gootsa, Kubi, Kamakama, die Teiche der Gemarkungen Karroo und Lupepe n. a. Auch zwischen der Ntwetwe und Ssoa kommen sie vor, z. B. Mamtsoe zwischen der Nordostecke der Ntwetwe und der Natamündung.

Mamtsee ist der Platz, wo während *Chapmans*[16]) Anwesenheit allnächtlich mindestens 12 000 große Antilopen tranken (S. 323).

Die Wasserverhältnisse im Salzpfannengebiet sind folgende. Der Botletle füllt die Pfanne oder Pfannen während seines Hochstandes in der Trockenzeit, die von Osten herkommenden Bäche aber in der Regenzeit. So entsteht eine Strömung, die bald nach W., bald nach O. gerichtet ist. Die Buschmänner erzählten *Chapman*, daß vor 30—40 Jahren, also im Beginn des 19. Jahrhunderts, die großen Pfannen unausgesetzt Wasser enthalten hätten. Plötzlich habe aber der Zufluß vom Botletle nachgelassen, und seitdem wären die Pfannen häufig ganz trocken. Wenn diese Angaben auch nicht wörtlich zu nehmen sind, so weisen sie doch wohl auf eine öftere Füllung in früherer Zeit hin.

Die nicht mit dem Botletle zusammenhängenden Pfannen füllen sich auch oftmals während der Regenzeit, aber nur durch Regenwasser. Dann sind sie für kurze Zeit mit salzigem Wasser gefüllt, nach dessen Verdunsten kalkreiche Salzinkrustationen zurückbleiben.

Interessant ist eine Bemerkung *Livingstones*[17]), daß j e d e Salzpfanne eine Quelle enthalte; er kenne keine Ausnahme von dieser Regel. *Chapman*[18]) sagt, die Quellen nördlich des Botletle hätten auf der Nordseite, südlich desselben aber auf der Südseite eine Kalktuffbank. Für Ntschokutsa stimmt das jedenfalls nicht.

Sehr viele dieser Quellen sind übrigens anscheinend nicht sehr zuverlässig. *Chapman* fand viele Teiche, die er auf seiner ersten Reise gefüllt gesehen hatte, einige Jahre später leer; er mußte nach Wasser graben und manchmal sogar vergeblich.

D i e g e o l o g i s c h e n V e r h ä l t n i s s e d e s S a l z p f a n n e n g e b i e t s sind noch weniger bekannt, als die rein topographischen. Nur Notizen über das Vorkommen von Gesteinen und Ablagerungen sind bei den verschiedenen Reisenden zerstreut zu finden, aber wichtig genug, um Beachtung zu verdienen.

Die ältesten Gesteine finden sich nach diesen Notizen am Ostrand des Salzpfannengebiets. *Holub* erwähnt von Dinekana „zersetzten Trachyt". An der ersten südlichen Salzpfanne — Tschuatsa — findet man auf seiner Karte die Bemerkung: Eisenhaltige Konglomerate, Kalkstein, Brauneisenstein. Im Text sagt er nur, daß der Rand des Sees von kleinen Chalcedonen und Milchkieseln bedeckt sei, die die Regen vom Ufer herabschwemmen.

Ergo besteht die Umrandung wohl aus Chalcedongesteinen irgend welcher Art, vielleicht auch Laterit.

An der Pfanne Karrikarri liegt östlich ein Höhenrücken. Daneben steht die Notiz: „Buntgefärbter Mosaiksandstein. Eisenhaltige Schiefer."

An der Ssoapfanne beobachtete er am Ufer: „Blätterkalk, grünen Sandstein und Trachyt." An ihrem Nordostende findet man die Worte: „Poröser Quarzit; am Nata: Karrookalkschiefer und grüner poröser Sandstein."

Sehr häufig findet man die Notiz: Karrookalk.

Chapman[19]) sagt von dem großen Salzsee, sein Rand wäre überstreut mit großen A c h a t s t ü c k e n, mit weißem und farbigem Quarz, zerbrochenen Stücken von Basalt und Feldspat, und hier und dort mit kalkigen und kieseligen Felsen sowohl als letschuko (d. h. Eisenoxyd zum Rotfärben der Haut) mit Stücken bläulicher, glimmerreicher, sandiger Schiefer.

Aurel Schulz[20]) erwähnt vom Nata „loose green grey sandstone alternating with lime layers, probably of the cretaceous era".

Mit diesen Notizen sind unsere Kenntnisse vom Ostrand erschöpft. Es läßt sich nicht viel damit anfangen.

Der Trachyt von Dinekana ist — daran zweifle ich nicht — das Nordende der Masse von Lealediabas, die wir bei Mohissa kennen gelernt haben.

Für Gesteine der Mangwatoschichten sprachen die Bezeichnungen: Eisen-

haltige Schiefer — glimmerreiche sandige Schiefer und Trachyt *(Holub)* und Basalt *(Chapman)*. Da *Chapman* den Loalediabas des Mohissaplateaus auch Basalt nennt, tritt hier vielleicht auch dieses Gestein auf. Ebenso mögen die grauen porösen Sandsteine alte Ngamigesteine oder gar Karroschichten sein.

Es ist jedenfalls nach den vorliegenden Notizen möglich, daß Ngami- oder Mangwatoschichten den Untergrund und die östliche Begrenzung des Salzpfannengebiets bilden.

Für Botletleschichten sprechen die Worte „Chalcedon", „kalkig-kieselige Felsen", vor allem auch die Bezeichnung „Mosaiksandstein", der an die „brecciösen Chalcedonsandsteine" erinnert. „Brauneisenstein" und „eisenhaltiges Konglomerat" sind anscheinend Lateritbildungen aus Botletlesandsteinen, die wir in der östlichen Kalahari finden. Auch der graugrüne Sandstein könnte sehr gut Botletlesandstein sein, wie in Ntschokutsa.

Der „Karrookalk" ist zweifellos Kalaharikalk resp. nicht verkieselter Kalk der Pfannensandsteinschichten. Das geht aus allen Bemerkungen *Holubs* hervor.

Der Rand der Ssoapfanne ist mit Kalk überzogen, das zeigt eine Notiz bei *Holub*, wonach die Tiere „die helle Kalkböschung" hinabeilten.[21]) Vermutlich handelt es sich hier, wie bei den Pfannen im Westen, um einen Kalküberzug über Chalcedonsandsteinen, d. h. den erwähnten grünen Sandstein.

Von der Ausfüllung der großen Makarrikarripfanne bringt *Chapman* einige sehr wichtige Notizen. Er sagt,[22]) der Boden sei eine kahle Ebene, wie eine Diele, bedeckt mit Salzinkrustationen. Ferner: „a vast level plain of bluish unctuous clay, covered with saline efflorescences."[23])

Holub[24]) nennt den Boden eine „salzhaltige Tonfläche". Auch im Natabett liegt unter der Salzrinde „Ton".

Aus diesen Bemerkungen möchte ich mit ziemlicher Sicherheit schließen, daß die Pfannen mit einem Salzmergel erfüllt sind, der dem von Ntschokutsa, vom Ngami und Tauche gleicht. Ich selbst habe diese hauptsächlich aus Kalkschlamm und Salz bestehende Ablagerung auch „Salzton" genannt, eben wegen seiner zähen fettigen Beschaffenheit. Bläulich ist er auch, namentlich oberflächlich, wo er noch von vegetabilischen Partikeln verunreinigt ist.

Salzpelit und -Krusten werden nirgends mit unverkennbarer Sicherheit beschrieben, nur eine Notiz von *Holub* bei der Darstellung der Tsitanipfanne ist auffällig, der Pfanne also, die ja *Chapman* ausdrücklich mit Ntschokutsa vergleicht.

„Ein großer Teil des Bodens am Grunde der Salzseen ist von einer Felsenplatte gebildet, die teils von dem durch die Regenzuflüsse angeschwemmten Erdreich überlagert ist, oder frei und nackt daliegt." Sollte diese „Felsenplatte" nicht Salzpelitkruste sein? Am Rande der Pfannen muß jene liegen, denn sonst wäre sie nicht mit Erde überschwemmt.

Gehen wir nun zum Westrand unseres Gebiets! Wir sahen, daß sich der Botletle in eine Ablagerung von Kalksandstein eingeschnitten hat. Diese Kalkablagerung zieht sich nach Osten weit hin. In derselben Weise, wie wir auf dem Westufer jenseits des Sandgürtels eine weite Kalkebene fanden, die aus dem erwähnten Kalksandstein besteht, so beginnt auch jenseits der an der N.O.-Ecke des Botletlebogens ca. 8—10 km breiten Sandzone eine weite Kalkebene. Von der Höhe des Sandrückens blickt man, sagt *Chapman*, über eine weite Ebene 40 miles weit, in der die fernen Pfannen wie Seen glitzern.[25]) Sie ist mit Gras und zerstreutem Gestrüpp von Palmen und Motswere bewachsen und reicht bis Metsi botloko,[26]) auch wohl noch darüber hinaus. *Livingstone* sagt von der Gegend zwischen Kamakama und der Ntwetwe: „Große Strecken dieser Gegend bestehen aus Kalktuff mit einer ganz dünnen Erddecke. Massen von Baobab- und Mopanebäumen sind über die Fläche zerstreut."[27])

Die Gemarkung östlich des Botletlebogens heißt Lulupèpè und enthält zahlreiche Quellen in Kalk. In diesem Gebiet liegt Channa. Dann kommen Salzpfannen, die z. T. eine erhebliche Ausdehnung haben. Eine hat 8 miles Durchmesser[28]) und wird von *Chapman* für eine Ausbachtung der Ntwetwe gehalten. Er beschreibt das Sediment dieser Pfannen mit folgenden Worten:

„The underlying mud of these pans is an unctuous, tenacious substance, very like cement, and a hard greenish honeycombed cavernulous or vermiculated standstone(?) lies scattered at intervals."

Dieser „Mud" ist wohl der bekannte Salzmergel, der die Effloreszenzen liefert, die hier wie „weißer Schneestaub" aussehen. Die hard greenish sandstones aber könnten Salzpolitkrusten sein, die durch Auslaugung oft zerfressen sind, oder auch grüner zerfressener halbverkieselter Kalksandstein, wie er bei Pompi die Becken umrandet, oder von Röhren durchsetzter, eingekieselter Chalcedonsandstein. Denn *Chapman* nennt auch letzteres Gestein, das er am Botletle und Ngamifluß beschreibt, „hard sandstone, worn full of round cavities".

Kleinere abgesonderte Pfannen sind mit einer „harten, weißen Kalkkruste"[29]) bedeckt, die auf der Oberfläche des „soil" — soll wohl der unctuous clay sein — gebildet worden ist. Die Hufe der Tiere haben sie zertrümmert und sie liegt nun in flachen Scherben, wie Elfenbein, umher. Sollte diese Kruste nicht mehr oder minder verkieselt sein, eine Bildung ähnlich der Pelitkruste?

Jenseits dieser großen Salzpfannen kommt eine Gemarkung Karroo, dann Matlomaganyani mit zahlreichen Quellteichen in Kalk, d. h. Kalkpfannen. *Chapmans*[30]) Beschreibung derselben erinnert sehr an die des nördlichen Chansefeldes. Manche Teiche sind breit und flach, ohne Umrandung, und ihre Oberfläche ist mit losem Geröll bedeckt. Sollten das nicht Pfannensandsteinflächen sein? Andere haben eine unregelmäßige und noch öfter runde Öffnung in Kalktuff, mit 2—3 aufeinanderfolgenden Lagen oder Wassermarken in der unterlagernden Bank — also Kalktuffkrater mit Stufen.

Hier, wie im Chansefeld sind die Brunnen oder Gruben gewöhnlich mit Geröll angefüllt, während eine Seite meist ein Abhang ist, auf dem Menschen und Tiere zum Wasser gelangen. *Chapman* wirft dabei die Frage auf, ob das Wild die Kalktuffbänke hier in solchem Umfang niedergetreten habe. Er bezweifelt dieses, wohl nur, weil ihm diese Annahme zu gewagt erscheint, denn er versucht keine andere Erklärung.

Daß diese Pfannen mit Kalkgeröll umgeben sind, kann man aus zufälligen Bemerkungen *Chapmans* entnehmen.[31])

Die Effloreszenzen sind alle stark kalkhaltig. Das Salz wird durch Kochen vom Kalk getrennt, der sich im Topf niederschlägt,[32]) wie es auch *Holub* von dem Natasalz beschreibt. In einer Pfanne ist das Salz nach *Chapman* sehr scharfschmeckend, wie Soda.[33])

Über die geologische Beschaffenheit der Ntwetwe wissen wir nichts. Von dem Land zwischen Ntschokutsa und ihr und dem nördlich von ihr sagt *Livingstone*,[34]) es sei eine flache Gegend, auf mehrere hundert Meilen hin nur wenig Humus auf Kalktuff, auf dem schönes süßes Gras, Mopani und Baobabs wachsen.

Kubi ist eine Kalkpfanne zwischen Ntwetwe und Botletle. Von ihr stammt die einzige uns schon bekannte Notiz[35]), die ich fand, daß der Kalktuff von den Tieren durch Wälzen und Wühlen in Kalkschlamm verwandelt werden konnte.

Zwischen dem Nordostende der Ntwetwe und dem Nata liegt anscheinend eine vorwiegend mit Sand bedeckte Kalkebene bis Mamtsoe, da nach *Chapman* die dortige Gegend aus Bosteveld, d. h. Vleybusch, besteht. Zwischen Mamtsoe und dem Nata findet sich jedoch eine Ebene mit Salzstachelgras, also wohl hauptsächlich Kalk, mit mehr oder weniger Sand bedeckt.[36])

Damit sind unsere Kenntnisse über das Salzpfannengebiet erschöpft. Man kann deutlich erkennen, wie außerordentlich interessant das Gebiet sein muß,

allein die Notizen sind zu ungenau, als daß sie weitgehende Schlüsse erlaubten. Wir wollen nun das Sandfeld nördlich der Pfannen kennen lernen.

II. Das Madenassafeld.

Zwischen dem Makarrikarribecken und dem Kwande-Sambesi, dem Okavangosumpfland und dem Matabelehochland liegt ein gewaltiges Sandfeld, das von einem schwarzen Stamm, den Madenassa, und von Buschmännern bewohnt wird. Es zerfällt anscheinend in drei verschiedene Regionen, eine westliche, eine mittlere und eine östliche. Die erste ist mit dichtem Busch bedeckt und enthält spärliche Flußbetten und Vleys, die mittlere dagegen wimmelt derartig von Flußbetten, Vleys und Quellpfannen, daß sie *Holub* das sandige Lachenplateau nannte. *Mohrs* Land der tausend Teiche schließlich ist die dritte östliche Region, eine vollständige Ebene mit zahllosen Vleys und lichtem Busch.

Das westliche Sandfeld wurde zuerst von *Livingstone* durchzogen. Er ging von Kamakama nach N.W. und erreichte mit Mühe und Not die Mababeebene. Auf nahezu demselben Wege ging auch *Selous'* Expedition fast zu Grunde. *Chapman* zog gleichfalls von der Gegend von Kamakama aus nach Norden, und auch er geriet in größte Not und erreichte nach unendlichen Leiden eine wasserhaltige Vley in der Gegend der Tschenambahügel.

Das Sandfeld besteht nach *Chapman*[37]) aus langen sandigen Rücken, die einander parallel laufen und an Wellen bei starker Dünung im Ozean erinnern. Sie sind gewöhnlich mit dichtem hohen Wald bedeckt, während die Täler dazwischen mit einzelnen Bäumen überstreut sind. Leider sagt *Chapman* nichts über die Richtung der Wellen.

Die Tschenambahügel werden nur von *Chapman* erwähnt, der hier zweimal ein Standlager hatte. Es sind zwei konische Hügel[38]) aus „losen Basaltblöcken", — also wohl Loalodiabas —, ca. 70 miles östlich Linyanti und 40 miles westlich der östlichen Wagenstraße. Südlich dieser Hügel liegt ein Flußbett, in dessen Umgebung *Chapman* „ironstone and limestone" fand. Es geht, wie er meint, zum Tamalakane.[39])

$2\frac{1}{2}$ Tage N.W. von den Hügeln traf er auf das Flußbett Komane, wo er das erste dauernde Wasser seit dem Verlassen des Makarrikarribeckens fand. Dieses Flußbett, dem der Reisende anfangs nach N.O. folgte, ist, wie bereits erwähnt, vielleicht ein Verbindungsweg zwischen der Mababeebene und dem Sambesi. Nach Norden abbiegend kam *Chapman* zu einem Buschmannkraal, von dem aus eine Bergkette sichtbar war, die den Kwando im Süden begrenzt, also wohl der Rücken, der nach *Livingstone* vom Ngwaberg aus nach O. geht.

Das Madenassasandfeld endet mit diesem Rücken am Kwando, und zwar nach *Reid*[40]) ziemlich dicht am Fluß, so daß derselbe hier kein großes Überschwemmungsgebiet hat.

Nach *Livingstone*[41]) erstreckt sich von Ngwaberg ein langer Bergrücken nach N.O. am Kwando entlang. Das ist eben der Nordrand des Madenassafeldes.

Das mittlere Sandfeld ist durch das Auftreten zahlloser Flußbetten und Vleys ausgezeichnet. Es beginnt mit Sandrücken an der Kalkfläche der Makarrikarriebene und behält nach *Chapman* bis Tsamafupa ziemlich das gleiche Niveau. Mit dieser Angabe stimmen die Höhenzahlen *Holubs* überein, denn vom Nordrand des Makarrikarribeckens bis Kybejkas Pan liegen die Wasserplätze 1063—1075 m hoch, also in einer Ebene. Die Sandrücken steigen bis 1095 m an, so daß relative Höhen von ca. 30 m bestehen. Erst hinter Kybejkas Pan beginnt das Land von 1077 bis 1203 m zu steigen. Dann bricht das Plateau ab, und das Sambesital beginnt.

Eine gute Darstellung dieses Teils des Madenassafeldes gibt *Chapman*[42]):

„The desert here consists of a succession of sandy zones or bults, as the Dutch call them, of whitish sand running parallel to each other in a direction nearly east and west. These bults are covered generally in the highest parts by large forest trees, such as the kushé, motsebe, mokala, and others . . .“ Sie sind der Lieblingsaufenthalt der Elefanten.

„Next to these bults run parallel compact forests of Mogononobush . . . .“ blattlos, aschgrau.

„Between these two kinds of forest, or beside them are found sometimes large flats dotted with small patches of young mopani, mozoana, or moretloa, and interspersed with grass; these are called bonteveld or elandflats, being the general resort of those animals . . . . These plains are of a firm consistency — a dark subsoil, resembling pot clay, sprinkled over with white sand.“ (Auch *Holub* nennt den Boden dieser Niederungen „härteren tonhaltigen Boden“.) „Vleys, or natural reservoirs of rain water, are to be found throughout all these tracts, the largest and deepest generally occurring in the depressions in the mohonono forest, or beside the higher bults. The vleys are generally surrounded by sombre-looking acacias (A. giraffae) with three or four large motchuerie trees at high water mark.“

Während der Darstellung des Reiseweges spricht *Chapman* wiederholt von alten Flußbetten, in denen die Reihen der Vleys liegen. Von dem Vleydistrikt Tamasetse[43]) sagt er direkt, es läge in einem alten Flußbett, das vielleicht aus dem Sambesi käme.

Das Sandfeld endet plötzlich im Norden gegen das Sambesigebiet hin. *Chapman* schildert den Übergang in das neue Gebiet folgendermaßen:[44])

Das Land hat sich etwas gesenkt, aber ein hundert und mehr Fuß hoher Rücken erscheint von neuem. „After passing this place, we gradually descended . . . . catching an occasional glimpse of blue and purple in the distant horizon; which indicated our approach to another and more hilly region. At length emerging from another forest, we stood on the brink of a ridge 100 f. high or more, overlooking a tract of open country, dotted with here and there a bluff-like mountain in the distance, for the space of 70—80 miles in every direction before us.“

Das ist der Nordrand der mittleren Kalahari, und diese Darstellung könnte man wörtlich anwenden auf das Bild, das man vom Rand des Loaleplateaus aus über die Ebenen und Berge des Bamangwatolandes genießt.

Er fährt fort:

„We had evidently crossed a continuation of the ridge which I formerly found existing to the east and north east of the Great Salt lake, observing that while the Shua river [Nata!] was coming from the north, the Gwai river was flowing to that quarter of the compass.“

Der Plateaurand südlich von Daka hängt wohl mit dem südlich des Kwando zusammen, da ja beide ein geschlossenes Sandfeld begrenzen.

Das östliche Sandfeld ist nach *Mohr* und *Holub* eine Ebene mit sandig-lehmigem Boden und zahllosen Sandpfannen. *Holub*, der von Klamenklayana nach dem Tatifluß zog, nennt die Ebene ein Gegenstück zur Makwe-ebene. Sie sei von schönen, fischreichen Weihern bedeckt, wenig dicht mit Mopani bestanden und werde Sibanani-Lichtung genannt. Sehr wichtig sind zwei Notizen von ihm.[45])

„Der Wald in der Sibanani-Lichtung ist nur am Rande der Weiher dicht, welche mir in dem ursprünglichen Bette eines Flusses, dessen Wasser schon vor mehreren Jahrhunderten versiegt sein mögen, zu liegen schienen.“

Sodann: „Ich fand meine Vermutung, daß die Sibanani-Lichtung eine der tiefsten Partien des sandigen Lachenplateaus sei, auch dadurch bestätigt, daß ich zahlreiche Pflanzenspezies mit denen des Salzseebeckens identisch fand.“

Diese Ebene durchzog *Holub* in 3 Tagen, vom 16.—18. März, bis zum Nata, der hier ein sandiger Spruit mit Lachen sei.

Holubs Darstellung deutet darauf hin, daß die Ebene des Salzpfannenbeckens sich nach N.O. in die Sibanani-Liehtung fortsetze, und zwar anscheinend als ehemaliges Flußbett.

Mohr passierte die Ebene östlicher. Von Tati aus durchzog er das Granitland mit Hügeln und Felsburgen, erreichte bei Bavas Kraal die höchste Höhe, 4170 Fuß (1270 m), dann senkte sich das Land beständig zum Nata und weiter zum Sambesi.

Am 28. April, noch südlich des Nata, erwähnt er[46]) eine öde Ebene mit „Brackgrund", die einige Tage Regen unpassierbar gemacht hätten und von völlig festgebackenen Wildspuren durchstampft war — also jedenfalls salzhaltiger Boden, vielleicht Salzmergel. Am 29. April passierte man den Nata und bezog ein Waldlager.

Einige Tage nördlich jenes Flusses begann am 19. Mai eine Ebene. Der Boden schien fast horizontal, ein wogendes Grasfeld bedeckte sie. Zahlreiche Teiche werden erwähnt, der Boden ist weicher Sand.[47])

Am 25. Mai befanden sich die Reisenden in einem von S.W. nach N.O. laufenden Tal, das im Osten und Westen von 200—250 Fuß hohen Sanddünen eingefaßt war; diese sind oben mit mächtigen Waldbäumen bestanden. Unter 19° 11′ wurde das Standlager des Wagens angelegt.

Von dem Standlager aus ging *Mohr* mit Trägern weiter. Am 30. Mai morgens brach er auf und zog durch Wald; am 31. Mai mittags begann aber ein grasiges Hügelland, im Norden waren blaue Berge sichtbar, die am unteren Gwai liegen. Am 2. Juni wurde dieser Fluß und das felsige Bergland erreicht. Der Gwai fließt hier zwischen gewaltigen Sandsteinmauern.

Auf dem Rückmarsch erwähnt *Mohr* am Umkoschi und Lamilebach (1. Juli) blaue Schiefer und Quarzhügel, am 2. Juli Granitberge mit Türmen und Bastionen. Dann am 6. Tage des Marsches, d. h. am 3. Juli, begann eine weite Grasebene mit zahlreichen Riedteichen. Einen derselben, eine große Pfanne, an der nachts sehr viel Wild — Elefanten, Rhinocerosse, Büffel, Giraffen und zahlreiche Antilopen — tranken, nannte er S a d e v a p f a n n e.

Am 4. Juli zogen sie durch die Ebene, deren „Boden immer loser und sandiger wurde".

Am 6. Juli mittags befanden sich die Reisenden in „einem weiten S.S.W. bis N.N.O.-streichenden Tale, die Sohle desselben ist mit hohem, überreifem Gras bestanden, eingefaßt von 300—400 Fuß hohen, bastionenartig geformten Hügeln. Dieselben sind mit Buschwald bedeckt . . ." [48]) Durch öden Dornbusch auf tiefem Sandboden marschierend, erreichte man schließlich das Lager.[49])

Noch weiter östlich, bei Malissas Kraal, sind *Mohr* und *Hübner* anscheinend in dieselbe Ebene eingedrungen. Letzterer[50]) sagt, das Granitland ende mit Kuppen am Kraal Maschunde, dann trete Granit nur in Flußbetten auf. Lehm und Sand verhülle alles Gestein. Nördlich von Malissas Kraal seien niedrige Sandsteinplateaus mit Decken von Grünstein. Im Sandstein wären Löcher von Bohrmuscheln, im Grünstein Quarz- und Chalcedonmandeln. Man mußte umkehren, weil man in der sumpfigen Lehmebene nicht vorwärtskommen konnte.

Aus diesen Notizen von *Holub* und *Mohr* geht mit Sicherheit hervor, daß das Granitland des Matabelelandes sich allmählich senkend unter einer Lehm-Sandebene verschwindet. Diese wird im Norden von Bergen aus Sandstein, Granit, Grünstein und Schiefern begrenzt. Ein breites Tal — oder mehrere? — das von 300—400 Fuß hohen Sandufern eingeschlossen wird, durchzieht sie in S.W.—N.O.-Richtung. *Holub* hält diese Ebene für die tiefste Depression des Sandfeldes und läßt sie in die Ebene des Makarrikarribeckens übergehen.

Erweckt solche Darstellung nicht den Gedanken, daß einst ein Abfluß des

Beckens zum Sambesi bestanden habe und daß das von *Mohr* beobachtete Tal mit den hohen Sandwällen an den Ufern der Abflußkanal ist?

III. Das Sambesi-Kwandotal.

Das Grundgestein, nach dem wir uns im Madenassafeld vergeblich umgesehen haben und das am Ostrand des Makarrikarribeckens anscheinend als Loalediabas vertreten ist, bildet am Nordrand des Sandfeldes den Sockel und setzt das Hügelland zwischen ihm und dem Sambesi zusammen.

Die besten geologischen Beobachtungen hat in diesem Gebiet *Chapman* gemacht. Nach ihm bildet der Luéssi eine scharfe geologische Grenze, im Norden „Basalt", im Süden Sandstein.[51])

Der „Basalt"[52]) ist ein hartes schwarzes Gestein, das oft Zeolithe und „Quarzkristalle" enthält. An anderen Stellen ist er zersetzt, und vor allem wird häufig erwähnt „a crumbling chocolate brown sandstone, with radiated zeolite (?) embedded in it."[53])

Diese Beschreibung *Chapmans* ist nicht zu verkennen. Der Basalt ist der dichte schwarze Loaleaphanit, der in Mandelstein mit Calcit und Analcim übergeht. Der chocolate sandstone aber ist der stark zersetzte, in bröckligen Grus umgewandelte Loalomandelstein, wie er im Loaloplateau in ausgedehntem Maße auftritt.

Auch die Schwarzerde, die dem zersetzten Mandelstein entstammt und in der Makweebene und am Loaloplateau am Fuß des Mandelsteinplateaus auftritt, fehlt nicht. Denn Schwarzerde ist wohl sicherlich der südlich von Daka erwähnte „black loose vegetable mould, so intersected with deep sun-cracks and fissures after every rain . . ."[54])

Loalodiabas und Mandelstein ist wohl auch der Melaphyr am Kwando, den *Livingstone* auf der Insel Mparia am Zusammenfluß mit dem Sambesi erwähnt.[55])

Sehr auffallend ist seine Notiz über eine Kontaktmetamorphose zwischen Basalt und dem jungen Kalktuff am unteren Kwando. Letzterer soll in zuckerkörnigen Kalk umgewandelt sein. Im Zusammenhang mit dem Auftreten von Kratern bei Wankies Dorf gewinnt diese Angabe Bedeutung. Sollten wirklich so junge vulkanische Ausbrüche im Inneren Südafrikas vorgekommen sein?

Schulz erwähnt vom Südufer des Kwando ebenfalls „igneous rock".

Nach *Holub* bildet auf dem Südufer des Kwando die Basis des Plateaus Melaphyr, über dem ein 30—100 m hoher dicht bewaldeter „Lateritbult" [d. h. Kalaharisand] läge. Zungenförmig springe der Melaphyr gegen den Fluß vor.

Derselbe „Basalt" und Melaphyr bildet nach *Livingstone**), *Chapman*, *Holub* u. a. die Felswände des Sambesi an den Viktoriafällen.

Ist es schon gewiß wichtig und interessant, den Loalediabas im ganzen Sambesital nördlich des Luessi bis zum Kwando und den Viktoriafällen mit Sicherheit nachweisen zu können, so ist der zweifellose Nachweis der Chalcedonsandsteine und des Laterits, d. h. zelligen Brauneisensteins, nicht minder bedeutungsvoll.

Das Land zwischen dem Plateaurand der Kalahari und dem Sambesi — *Holubs* Albertsland — besteht nämlich aus platten breiten Hügeln und Bergen, die durch breite Täler getrennt sind. Die Basis aller der Berge bildet der beschriebene Loalodiabas und -Mandelstein, darüber liegen Sandsteine, die wir noch genauer betrachten wollen, schließlich ganz oben roter Sand.

*) Auf seiner Reise im Batokaland sagt *Livingstone* (Missionsreisen. Bd. II. S. 192), daß an den Wasserfällen (d. h. Viktoria) der Basalt den Gneis aus W.-O.- in N.-Richtung verschoben habe. Bei der Beschreibung der Fälle selbst spricht er nur von „Basalt".

Chapman beschreibt die Sandsteine folgendermaßen: „hard brown sandstone“ [56]) zwischen rotem Sand und Mandelstein. „On some of the higher hills south of the Nyati [Nebenfluß des Matetseflusses], the hard metallic-sounding sandstones are full of cavities, sharpely worn by the action of water — or otherwise.“ [57])

Bei Boana, N.N.O. von Daka: [58])

„The low valleys have that rotten crumbling chocolate coloured poudingstone already mentioned, [d. h. den zersetzten Mandelstein mit Zeolithen und Calcit, daher poudingstone], and the highest hills are covered with curious lumps of sandstone, full of large cavities, pierced in every direction. Some of these stones are hard and flint-like, others soft and sandy.“

Gegend des Kakobiflusses und des Matetsetals: „Next day we descended by a long, winding steep and very rugged path to the Matietsio. The rocks on the hill are of a hard sandstone, worn full of cavities, as big as a fist; below the rocks are of a crumbling, chocolate brown sandstone, with radiated zeolite embedded in it.“ [59])

Aus allen diesen Angaben geht wohl sicher hervor, daß der Loalediabas von braunen zersetzten Chalcedonsandsteinen bedeckt wird, also ganz wie am Loaleplateau. Auf Laterit, d. h. zelligen Brauneisenstein, weist aber die Beschreibung der Höhlungen und Löcher hin und die Bezeichnung „hard metallic sounding“.

Auch *Holub* [60]) sagt, daß an den Viktoriafällen harter Diabas sich finde und wenig widerstandsfähiger Melaphyr, „hie und da mit Raseneisenerz und Eisenkonglomeraten gemengt, und von fossilienlosen Sandsteinen überlagert, auf denen die Lateritmassen liegen“.

Die „Lateritmassen“ sind roter Sand. Aber das Raseneisenerz, die Eisenkonglomerate, die fossilen leeren Sandsteine, sollten sie nicht Laterite und Chalcedonsandsteine der Botletleschichten sein?

Nun kommen wir aber zu dem interessantesten Punkt, nämlich dem Sand auf den Bergen, der in den Zitaten aus *Chapman* schon wiederholt vorkam. [61])

„On this side (N.) of the Daka the highest hills are flat and sandy, and correspond with the features of the desert in other respects.“

Gegend des Kakobiflusses: [62]) „The hills on the left, which rise more than a 1000 feet, seem to keep the level of the highest part of the desert. Their summits are flat, and covered with the same sandy soil of the desert beyond (i. e. south of) Daka.“

Genau dasselbe sagt er von den Ufern des Sambesi. [63])

Die Abhänge der Hügel seien bewaldet, „on top of the highest sandy plateaus, even those overlooking the river [d. h. Sambesi!], they are quite equal to what we see in the desert“.

Aus diesen Angaben geht klar hervor, daß *Chapman* der Ansicht ist, daß die Wüste, d. h. das Kalahariplateau, sich in gleicher Höhe bis zum Sambesi ausdehne, aber durch Täler unterbrochen und in einzelne platte Berge aufgelöst werde.

Genau die gleiche Anschauung hat anscheinend *Holub*, denn bei dem Versuch, die Viktoriafälle zu erklären, sagt dieser Forscher: [64])

„Wenn ich nun an eine physikalische und geologische Erklärung des großartigen Naturphänomens, welches uns in den Viktoriafällen entgegentritt, gehe, so müssen wir uns vor allem gegenwärtig halten, daß das ganze vom Sambesi durchströmte Albertsland zur südafrikanischen Hochfläche gehört, und daß speziell die Umgebung der Fälle aus hügeligen Laterit- und Sandbultwäldern besteht. Bis zu den Fällen ziehen diese das nördliche und südliche Ufer bildenden Hügelketten von West nach Ost. Gerade bei den Fällen ändern sie die Richtung einzuschlagen, und so das oben angedeutete Knie zu bilden.

Am Fallo selbst treten beide Laterithulte, der südliche hier zum westlichen, der nördliche zum östlichen geworden, nahe an den Fluß heran und verengen denselben ungemein."

Diese Angaben *Holubs* lassen klar erkennen, daß sich seiner Meinung nach der Sambosi durch ein mit Laterit, d. h. Kalaharisand, bedecktes Plateau Bahn bricht. Der Sand liegt also auch jenseits des Sambesi — ein sehr wichtiger Punkt!

Gehen wir nun zu dem Sandstein südlich des Luĕssi über.

Chapman hebt wiederholt hervor, daß im Süden dieses Flusses roter Sandstein liege, im Norden dagegen der Basalt. Der Sandstein bildet westlich des Gwai am Sambesi 1000—1500 Fuß hohe Berge, und der Sambesi selbst ist in denselben eingeschnitten. Bei Siuamanes Dorf finden sich in ihm verkieselte Baumstämme [65], bei Wankies Dorf aber schieferige Sandsteine. Vermutlich handelt es sich also um Sandsteine, die den Karroschichten *Molyneux'* entsprechen, ohne daß man natürlich vorläufig imstande ist, einen Vergleich durchzuführen.

Gesteine der Primärformation — Granit, Gneis, Glimmerschiefer — hat *Chapman*, wie er besonders betont, südlich des Sambesi nie beobachtet. Dagegen findet sich nach ihm bei Daka ein Aufbruch anscheinend alter Gesteine. Es sind glimmerreiche Sandsteinschiefer, die fast vertikal stehen, mit leichter Neigung nach N. Sie liegen im Quellgebiet des Dakaflusses und bilden 400—500 Fuß hohe Berge mit breitem Gürtel von Quarz auf der Südseite. [66])

Chapman erwähnt sie dreimal und nennt das Gestein „protruding sandstones and quartzrocks" [67]), „vertical strata of sandy schists" [68]), „mica schists" [69]).

Anscheinend werden sie von Loalediabas allseitig umgeben.

Sollte hier ein Aufbruch von Chanseschichten vorliegen?

IV. Die nördliche Kalahari.

Die nördliche Kalahari weist zweifellos gegen die südlicher gelegenen Teile des großen Sandfeldes mannigfache Unterschiede auf, hat aber doch, soweit es bekannt ist, im wesentlichen den gleichen Charakter, wie diese. Es zerfällt in zwei Teile, das Sambesi- und das Okavangogebiet.

Ersteres besteht aus drei Zonen, dem Zentraltal (*Livingstones* Bezeichnung) und dem östlichen und westlichen Barutsesandfeld.

a) Das Zentraltal des Sambesi.

In das Sandfeld eingesenkt ist das breite Tal des Sambesi, von dem wir den Teil unterhalb der Kwandomündung bereits kennen gelernt haben.

Das Mabulasandfeld endet gegen das Okavangobecken mit scharfem Rand, der in S.W.—N.O.-Richtung zum Kwando streicht und bis zum Sambesi verlängert, diesen Fluß an einer charakteristischen Stelle trifft, nämlich da, wo die ersten Stromschnellen beginnen. Die Lage des Sandabhangs zwischen Kwando und Sambesi ist übrigens nicht sicher festgelegt. Von den Katima Moliloschnellen ab begleitet das Sandfeld im Norden den Fluß in einigen Miles Entfernung (8 miles nach *Livingstone* [10]). So wird denn durch die hohen Sandgehänge ein Becken gebildet, in dem der Kwando und der Sambesi unterhalb der Fälle fließen. Dieses Becken ist flach, sumpfig und während der Regenzeit überschwemmt. Sein Boden besteht nach *Livingstone* [11]) aus schwärzlichem, zähem Lehm, indessen kommen auch sandige Partien vor, die über das Sumpfland aufragen und bewaldet sind — es hat also wohl einen Bau, wie das Okavangosumpfland. Arme gehen vom Kwando nach *Reid* in diese Ebene hinein, und der Sambesi dürfte von Norden her das gleiche tun.

Mit dem Beginn des Sandfeldes ändert sich die Beschaffenheit des Talbodens. Er wird steinig, und in zahlreichen Stromschnellen bricht sich der Fluß

durch die Felsriegel Bahn. Nach *Livingstone*[72]) bildet „Trapp mit Sternzeolith, wie am Kwando“, den Untergrund, anscheinend darüber liegen oberhalb der Katima Moliloschnellen „rötlicher Sandstein mit Madreporen“.[73]) Sollten diese Madreporen nicht die Röhren des Chalcedonsandsteins oder Laterits sein? Daß eisenreiche Schichten am Sambesi hier auftreten, beweist die Eisenproduktion der Matutela zwischen dem Njoko und Lumbi.[74])

Nördlich der Zone der Wasserfälle ist das Zentraltal sehr breit, wird von Sandfeldern mit steilen bewaldeten Gehängen begrenzt und ist während der Regenzeit überschwemmt. Nur flache Hügel ragen aus der überschwemmten Ebene auf, auf denen die Dörfer der Barutse liegen. Einige dieser Hügel sollen künstlich aufgeführt sein, ich vermute aber, daß die meisten natürliche Sanderhebungen sind, entsprechend denen des Okavangobeckens. Der Boden der überschwemmten Ebene ist schwarzer Alluvialboden.

Unter den heutigen Alluvien liegen nun aber auch andere jüngere Schichten, die dem Kalaharikalk entsprechen müssen.

Livingstone[75]) sagt, daß über den Gesteinen — Mandelstein und Sandstein — eine 12—15 Fuß mächtige Kalktuffschicht lagere, namentlich im südlichen Teil des breiten Zentraltals oberhalb der Zone der Fälle. Nördlich Nalieles Dorf (ca. 15° 20′ s. Br.) ist der Fluß bei Tiefstand von 4—8 Fuß hohen Wänden eingefaßt, die an einigen Stellen aus „weißlichem, zähem Ton mit untermischten schwarzen Schichten“ und aus schwarzem Lehm und Sand oder reinem, weißem Sand bestehen.[76])

Sollten nicht die drei Elemente des Okavangosumpflandes, Salzmergel, Flußsand, Schlamm, das Tal zusammensetzen?

Am Zusammenfluß des Liba und Liabyo (Kabompo auf *Gibbons* Karte) bestehen die 20 Fuß hohen Ufer aus sandigem Kalktuff, also wohl Salzmergel oder demselben Kalksandstein, wie am Botletle.[77])

Mit diesen wenigen Notizen, die wir *Livingstone* verdanken, enden unsere Kenntnisse von dem Aufbau und der Beschaffenheit des Zentraltals, das an dem Zusammenfluß jener Ströme enden soll.

Livingstone hielt den Liambyo-Kabompo für den Hauptarm. Nach *Gibbons* aber ist es der Liba, dem er bis zur Quelle gefolgt ist. *Gibbons* fand bald oberhalb des Zusammenflusses Stromschnellen. Das Bett muß also felsig sein. Die Ufer werden nach *Livingstone* nicht mehr überschwemmt. Wie der Aufbau des Tales ist, welches die felsige Grundlage, ob der sandige Kalktuff weit nach Norden geht, ob die Ufer aus den Gehängen des Sandfeldes bestehen, wissen wir nicht.

b) Das östliche Barutsesandfeld.

Östlich des Zentraltals liegt ein Gebiet, das im Süden und in der Mitte sicher Sandfeld ist, dessen Nordgrenze aber nicht bekannt ist. Es wurde von *Gibbons*, *Reid*, *Bertrand*, *Hamilton* und *Quicke* in den letzten Jahren bereist und topographisch in großen Zügen festgelegt.

Folgen wir zunächst der Darstellung *Holubs*[78]) über den Süden dieses Sandfeldes zwischen dem Sambesi und dem Batokahochland.

Diabas und Mandelstein, die an den Viktoriafällen die Ufer des Sambesi bilden, gehen bis zum Nyamoweiher in 17° 30′ s. Br. nach N.O. hin; dann beginnt das Massiv des Batokahochlandes.

„Die Ankunft am Nyamoweiher und an dem Abhange der weiten Täler des mittleren westlichen Inquisibeckens erfüllte uns mit wahrem Vergnügen. Zum erstenmale, seitdem wir den Sambesi verlassen, konnte sich unser Auge wieder an einem freien Rundblicke ergötzen, während wir auf dem langen Marsche immer durch die niedrigen Bäume der überaus einförmigen Lateritbultwälder beschränkt waren. — Wir waren aus dem Bereiche des Melaphyrs in jenes der

Glimmerschiefer und Gneise gekommen. Unbedeutende, doch bewaldete Höhenzüge, einzelne abgeflachte und kegelförmige Höhenkuppen schlossen den Horizont nach Nordosten und Nordwesten ab, vor ihnen breiteten sich fruchtbare, doch von Menschenfleiß noch nicht berührte Täler aus."

Es tritt also sicher hier ein völliger Wechsel im geologischen und landschaftlichen Bilde ein. Ein archaisches Hügelland mit — wie eine Notiz auf *Holubs* Karte sagt — stets wasserhaltigen Gebirgsbächen stößt hier an ein mit dichtem Buschwald bedecktes Sandfeld. *Holubs* Karte zeigt die Verschiedenheit der Oberflächenformen deutlich, Hügel im Osten, eine Ebene mit tief eingeschnittenen Flußbetten im Westen. Botletleschichten scheinen nicht zu fehlen. Wiederholt erwähnt er „Raseneisenstein" und „Brauneisensteinkonglomerat" — recht verdächtige Ausdrücke, die auf Laterit und Botletlebreccien hinweisen.

Sehr interessant ist eine Notiz *Holubs*[79]) aus dem Silambatal, das in den Sambesi mündet. Der Boden bestehe aus Sand, Ton, Brackton und Humus. Sollte der „Brackton" nicht Salzmergel sein?

Nach *Holubs* Darstellung ist der Gegensatz zwischen Massiv und Sandfeld anscheinend sehr scharf. Der Sand endet wohl ziemlich rasch. Zwar erwähnt *Holub* auch aus dem Batekahochland „Laterit" und „Lateritbulte", aber einmal wird diese Bezeichnung nach Osten hin selten, sodann überwiegen die Notizen von archaischem Gestein und schließlich beginnt neben dem Wort Laterit das Wort Löß eine Rolle zu spielen.

Ich möchte also glauben, daß auf dem archaischen Hügelland *Holubs* Laterit mehr Roterde, also Zersetzungsprodukt der Gesteine, als Sand ist. Hätte *Holub* die Worte Laterit und Löß nicht gekannt und objektiv von rotem Sand und Lehm gesprochen, so wären seine Notizen klarer.

Das Sandfeld nordwestlich des Batokahochlands besteht nach *Gibbons*[80]) aus N.W.—S.O.-streichenden Sandwellen, die von breiten und sumpfigen Flußbetten durchflossen werden. Während der Sand im Süden rötlich ist — daher von *Holub* Lateritbult genannt —, hat er im Norden eine weißliche Farbe. Über seine Mächtigkeit sind wir nicht orientiert, östlich von Lialui scheint er aber ein 160 Fuß hohes und vielleicht noch höheres Plateau zu bilden.[81]) Die Täler sind sehr breit, 300 Yards und mehr, während der Regenzeit mit schnellströmendem Wasser erfüllt, während der Trockenzeit oft nur eine Kette von Sümpfen. Nach *Reid*[82]) fließt im Matschili das Wasser auf felsigem Boden das ganze Jahr hindurch, auf Sandboden dagegen verliert es sich in Sümpfen. Der Boden der Flußbetten ist sogenannter „Torfboden", wohl ein schwarzer Humusboden, ähnlich dem Sumpfboden einiger Laagto des [2]Kungfeldes. Der Matschili beginnt ganz plötzlich mit einem 100 Yards breiten Tal auf einem flachen Sandrücken, der die Wasserscheide gegen den Kafue bildet.

Nach *Bertrand*[83]) ist das Land südöstlich des Lumbi ein von zahllosen Flußbetten durchschnittenes, mit Wald bedecktes Sandfeld. Lokal muß Felsboden zutage treten — z. B. nach *Reid* am Matschili — seine Natur ist aber noch unbekannt. Nordwestlich des Lumbi beherrschen dagegen weite Grasflächen auf weißem Sandboden das landschaftliche Bild. Die bewaldeten Sandhügel liegen weiter auseinander, die Flußbetten sind spärlich, aber sehr breit. Teiche mit Quellwasser, in die z. T. große Flußbetten münden, sind häufig, und zwar auf Sumpfboden.

Wie weit sich das Sandfeld nach Osten ausdehnt, ist nicht bekannt. Aus *Gibbons* Bemerkungen über seine Reise zum Kafue könnte man entnehmen, daß es bis zu diesem Fluß und vielleicht über ihn hinausgeht.

Die Berichte von *Grey*, *Selby* und *Chesnaye*, die das Kafuegebiet bereist haben, geben keinen sicheren Anhalt über die Ausdehnung des Sandes. Nur einmal erwähnt *Selby*[84]) nördlich des Lukanga, eines Nebenflusses des Kafue, auf weite Strecken hin weißen losen Sand. Sonst fehlen Angaben über Sand-

boden — allein die Beschaffenheit der Vegetation, dichter Buschwald mit Bäumen und Sträuchern, wie sie im südlichen Afrika vorkommt,[85]) und dann vor allem das Auftreten breiter Sumpfzonen zu beiden Seiten der Flüsse, also so, wie im Kubango-Barutsesandfeld, deuten darauf hin, daß das Kafue-Loangwaplateau noch zu dem Sandfeld der nördlichen Kalahari — wenigstens innerhalb des Kafuegebiets — gehört.

Das Grundgestein des Kafuegebiets wird einmal von *Grey*[86]) erwähnt, nämlich Granitbarrieren bei Mbulembules Kraal und Muyanga, nördlich, resp. südlich des 15° südl. Br. Nach *Selby*[87]) tritt in der Gegend von Kapopo Station (ca. 13° 30′ südl. Br.) auf weite Strecken hin Kalkstein auf. Auf der Wasserscheide aber bestehen, wie schon früher zitiert, die Hügel Tschafuguma und Suka aus eisenschüssigem Sandstein. Sonst wird Gestein gar nicht erwähnt. Spricht das nicht auch für einen ausgedehnten losen Aufschüttungsboden?

Nach Norden hin geht das östliche Barutsesandfeld bis an die Wasserscheide des Kongo heran, die ja stellenweise über 100 m nach S. steil abfällt, indes ist keine genaue Grenze bekannt. Wir wissen nur, daß im Gebiet des Dilolosees und weiter östlich bis zur Lubudiquelle[88]) plötzlich der Sand und die Sumpfwiesen enden und Tonboden mit steil aufgerichteten Schiefern beginnt. Zugleich ändert sich mit einem Schlage die Flora.

e) Das westliche Barutse-Sandfeld.

Der Dilolosee gehört bereits zu dem System von Sümpfen und Ebenen, die während jeder Regenzeit unter Wasser stehen. Hohes Gras bedeckt sie, der Boden ist humoser Sand. *Cameron*[89]) hat sie durchreist, *Serpa Pinto*[90]) schildert weiter südlich die gleiche sumpfige, schwammige Sandebene am Nyengofluß, die in einer Tiefe von wenigen Zentimetern Wasser enthält, so daß sie einem Triebsand gleicht. Jedem Druck gibt der Sand nach, und die gebildeten Vertiefungen füllen sich sofort mit Wasser.

Aber zwischen dem Dilolo und Nyengo scheint ein hügeliges Sandfeld zu liegen, nämlich am Lungwebungwe. Denn nach *Quicke*[91]) besteht jenes Gebiet aus Wellen weißen Sandes mit Wald ohne Unterholz, durchschnitten von Flußbetten. Die Sandwellen werden nach W. immer höher und steiler, bis man sie Hügel nennen kann. Das Sandfeld endet nach *Quicke* im Westen am Batschibokwe-Plateau, dem früher schon erwähnten ca. 5000 F. hoben Hochland, das die Wasserscheide gegen den Kassai bildet.[92])

Wir müssen noch einen Blick auf die Nyengo-Ebene werfen. Wenn auch der *Pinto*sche Name beibehalten werden mag, so ist es doch zweifellos, daß die Ebene eine Ausdehnung hat, die das Stromgebiet des Nyengo weit überschreitet. Sie umfaßt nicht nur den ganzen Unterlauf des Lungwebungwe, sondern geht vielleicht über den Lnanginga und Nyengo hinaus zum Kwando. Das zeigt wenigstens die *Gibbons*sche Karte. „Diese während der Regenzeit überschwemmte sumpfige Sandfläche ist auch das Ästuarium für die gewaltigen Wassermassen, die sich vor der Enge des Zentraltals stauen. So erklärten sich denn wohl die Angaben, die die Eingeborenen *Livingstone* machten, daß nämlich alle Flüsse jenes Gebiets untereinander anastomosierten.

Welchen Charakter die Siloane-Ebene hat, die nach *Gibbons* Karte zwischen Kwando und Sambesi liegt, ist nicht bekannt.

Franz Müller schilderte das Gebiet zwischen Andara und Liahi als ein von zahllosen sumpfigen und trockenen Flußbetten durchzogenes bewaldetes Sandfeld; zahlreich sind Sandpfannen mit dauerndem Wasser. Der Kwando ist ein stattlicher Fluß mit sehr breiten Sumpfflächen auf beiden Ufern.

Demnach hätte also das ganze Land einen Charakter wie das Mabulafeld, das wir nach *Aurel Schulz'* Schilderung bereits kennen gelernt haben und das der südlichste Teil dieses Sandfeldes ist.

d) Das Kunene- und Kubango-Sandfeld.

Baum[93]), der Botaniker der Kunene-Sambesi-Expedition des Kolonialwirtschaftlichen Komitees, hat in seinem Reisewerk eine vornehmlich botanische Darstellung des Quellgebiets des Okavango gegeben, aus der man aber teilweise auch den geologischen Charakter des Landes erkennen kann. Wir wollen hierbei das Knuenegebiet auch gleich behandeln und mit der Beschreibung des Grundgesteins beginnen.

Auf das Schellagebirge folgt nach Osten eine Hochfläche, die hauptsächlich aus Granit zu bestehen scheint. Am Chitanda, einem Nebenfluß des Kunene von links, findet sich in den alten Gesteinen Gold. Indessen scheinen am Kunene selbst jüngere Sedimentärgesteine zu herrschen. Erwähnt wird ein feinkörniges, rot- und schwarzgefärbtes, kalkhaltiges Konglomerat.[96])

Am Kubango und Kwito, sowie zahlreichen Nebenflüssen findet sich stellenweise Gestein in den Flußläufen, und zwar anscheinend Sandsteine. Ein „rötlich gefärbter Quarz, der lehmhaltige Teile in sich schließt und daher fast immer gefurcht und gelöchert erscheint", kommt vor, ferner roter Sandstein neben dem Quarz.[91]) Sollte dieses Gestein Chalcedonröhrensandstein sein? Die gleichen Gesteine scheinen auch östlich des Kubango vorzuherrschen.

Aus diesen Notizen gewinnt man kein Bild der geologischen Verhältnisse des Untergrundes, der nur auf der Sohle der Flußbetten auftritt, und zwar oft nur sehr lokal. Weitaus der größte Teil des ganzen Landes ist mit jungen Gebilden, in erster Linie Sand, bedeckt.

Es scheint, daß dieser schon westlich des Kunene beginnt, wenigstens erwähnt *Baum* daselbst Tonboden und Sandhügel mit Houtbosch (Berlinia Baumii) und Serejag (¹Kaibaum, Burkea africana). Am Chitanda bildet, von Gestein abgesehen, „tonletteartiger Boden" die Talsohle; an den Ufern aber erhebt sich das Sandfeld aus weißem Sand. Houtbosch bedeckt die Hochfläche, Zuckerbusch steht am Rande gegen die Niederung hin. Indes scheint es, daß das typische Sandfeld erst mit dem Erreichen der Wasserscheide zwischen Kunene und Kubango beginnt. Denn *Baum*[98]) hebt ausdrücklich hervor, daß erst zwischen Kassing und Nambali die „Maramben", d. h. Omurambas oder Laagtes beginnen. Sie sind 400—500 m breite, flußbettartige Niederungen, die keine richtigen Flußläufe seien, weil sie mit Gras bewachsen sind. Der Boden ist in der Mitte Moorboden, an den Rändern weißer Sand, wie er auch die mit Houtbosch bedeckten Gehänge der Hochfläche bildet. Es handelt sich also um alte Flußbetten, wie die des ²Kungfeldes, Mabulafeldes, Madenassafeldes und der Sandfelder am Sambesi.

Der Kubango fließt oberhalb des deutschen Gebiets in einem stellenweise steinigen Bett. Gesteinswälle streichen zuweilen quer über den Fluß und verursachen Stromschnellen. In vielen Windungen schlängelt sich der Strom durch das Sandfeld und dürfte einen Anblick gewähren, wie weiter unterhalb bei Andara. Mit dem Erreichen der Grenze erweitert sich sein Bett zu einem Sumpfland, das mit dem des Tauche große Ähnlichkeit zu haben scheint und nach *v. François* bis 5000 m breit ist. Aus dieser Gegend nun, nämlich an der Mündung des Habungu in den Kwando, erwähnt *Baum* Ablagerungen von Kalkmergel.[98]) Derselbe läßt sich leicht mit der Hand zerbröckeln und hat unter dem Sand eine weite Verbreitung; das beweist die aus Erdferkellöchern gescharrte Erde. Der Sand des Sandfelds am Habungu ist rotgelb und bildet an unterwaschenen Ufern steile abgestürzte Gehänge.

In dem Sandfeld lassen sich außer den Omuramben noch folgende für die Oberflächenverhältnisse wichtige Faktoren nachweisen.

Sumpfige Niederungen mit Moorboden, die in das Sandfeld eingesenkt sind, in ungeheuerer Verbreitung im Verlauf aller Flüsse.

Sannas,[99]) ebene freie Grasflächen, die auf dem Sandfeld liegen und von

Wald umgeben sind. In ihnen wächst der Wurzelkautschukbaum, Carpodinus chylorrhiza, K. Schum., der einst nach Westen bis zum Kubango ging, aber zur Zeit *Baums* Reise bereits bis zum Kwito zurückgedrängt war.

Zwischen dem Kwito und Kwande hört der Wurzelkautschuk auf, obwohl die Sannas noch weiter nach Osten hin verbreitet sind. Die Eingeborenen geben als Ursache des Fehlens an, daß Kalk unter dem Sande läge; die Carpodinus aber wachse nie über Kalkboden.[100]) Auch westlich des Kwito erwähnt *Baum* in der Gegend der Tschicuiecandipfanne Kalkstein, bedeckt von Moorboden.[101])

Wahrscheinlich nur eine Abart der Sannas sind Grasflächen, in denen auf kaum merkbaren, inselartigen Erhebungen Bäume wachsen.

Diese Angabe, zusammen mit der Karte *Baums*, läßt vermuten, daß zwischen dem Kwito und Habungu eine Fläche aus Kalaharikalk ansteht, die mit jungem Schlammalluvium bedeckt ist, ähnlich der Matanyaebene und an vielen Stellen des Makarrikarribeckens.

Man hat keine Schwierigkeit, auf entsprechende Oberflächenverhältnisse in der mittleren Kalahari hinzuweisen, die man ebensogut im Sumpfland des Okavango wiederfindet.

In das Grenzgebiet zwischen der nördlichen und mittleren Kalahari fällt die Reise *Anderssons* zum Okavango; dieselbe sei im nächsten Abschnitt behandelt, hier möchte ich nur noch auf die Vegetation der nördlichen Kalahari kurz eingehen.

Wir sahen im ²Kungfeld eine neue Vegetation auftauchen, Bäume von mehr tropischem Habitus, wie z. B. Metsaoli, Mopuru u. a. Eine ähnliche Vegetation, wie im ²Kungfeld, beherrscht das nördliche Sandfeld. Nach *Baum* sind für dasselbe am charakteristischsten der Heutbusch (Berlinia Baumii) und unser alter Bekannter, der Sereng oder ¹Kaibaum (Burkea africana). Mabula, Merula, Motsaoli und andere Bäume fehlen nicht, selbst der Mochenone scheint streckenweise noch zu herrschen, ebenso wie Mopane. Dagegen nehmen Akazien nicht nur ab, sondern verschwinden im Sandfeld sogar gänzlich — eine Erscheinung, die schon im ²Kungfeld beginnt. Manche tropische, im Süden unbekannte Arten treten an die Stelle der scheidenden, z. B. Gardenia, Diospyrus, Strychnos u. a.

Wir kommen im botanischen Kapitel noch einmal auf diese Vegetationsverhältnisse zurück.

6) Die Westseite der mittleren Kalahari.

Von der mittleren Kalahari habe ich persönlich nur den Osten und die Mitte kennen gelernt. Der Westen wird von dem gewaltigen Sandfeld der Omaheke eingenommen. Ein Teil derselben ist das Amboland mit dem Etosabecken.

a) Das Ovamboland mit dem Etosabecken.

Am Kunene und hauptsächlich südlich von ihm macht das Sandfeld einen Vorsprung nach Westen, der wohl über den 14.° ö. L. hinausgeht. Dieses Gebiet gehört seinem Charakter nach, wie *Schinz* und *Hartmann* ausdrücklich hervorheben, zur Omaheke, d. h. zu dem Sandfeld der mittleren Kalahari. Nach *Hartmann*[102]) beginnt es schon weit nördlich des Kunene, so daß dieser Fluß in ihm fließt. Wir sahen, daß man auch aus *Baums* Notizen ein Übergreifen des Sandes auf das rechte Kuneneufer annehmen durfte. Das Sandfeld senkt sich vom Fuß des Schellagebirges bis zum Südrand der Etosa, von wo das Plateau wieder allmählich ansteigt.

Das Ovamboland[103]) besteht aus zahllosen flachen, anscheinend hauptsächlich W.-O. streichenden Sandwällen, zwischen denen grasige Omurambas liegen,

die sich oft beckenförmig erweitern. Außer diesen Omurambas gibt es nun aber noch ein zweites System von Flußbetten, die N.-S. zur Etosapfanne unter mannigfachen Verzweigungen fließen. *Duparquet*[104]) und *Schinz*[105]) geben von diesem Omurambasystem eine Beschreibung nebst Karte. Der Kunene fließt nach *Duparquet* in einem Bett mit breitem Überschwemmungsgebiet. Letzteres ist von Flußarmen und Teichen durchsetzt und in ein Plateau eingesenkt. Die Gehänge desselben scheinen teilweise felsig zu sein und werden lokal von Flußbetten durchbrochen,[106]) die nach Süden ins Ovamboland und schließlich zur Etosa abfließen. Das sind eben die N.—S. fließenden Omurambas, die im Ovamboland ein kompliziertes Netzwerk bilden. Die größten Omurambas, die breite Grasflächen vorstellen, in denen die Ovambos tiefe Brunnen gegraben haben, sind der Omuramba Okipoko, Ovarè, Oruheke, Evare u. a.

Letzterer, der Omuramba Evare, ist ein interessantes Flußbett. Es entspringt sehr weit nördlich zwischen dem Kunene und Kubango, dort Kuelleis genannt, und verbindet sich nach langem Lauf mit dem Netzwerk der Omuramba im Ovamboland.

Nach *Dufours*[107]) Messungen liegt Humbe auf der Nordseite des Kunene 3752 Fuß (1140 m) hoch, (1117 m nach *Baum*), Ombandja südlich des Kunene 3750 Fuß, Ondonga 3500 Fuß (1070 m). Demnach senkt sich das Ovamboland bis Ondonga um 250 Fuß = 76 m (resp. 53 m nach *Baum*). Nach *Schinz* beträgt die Niveaudifferenz zwischen Etosa und Kunene ca. 100 m.[108])

Hartmann erwähnt diese N.-S. fließenden Omurambas nicht, er scheint aber in einem solchen entlang nach Humbe gezogen zu sein.[109])

Das Etosabecken beginnt nach *Schinz*[110]) $2^1/_2$ Tagereisen von Ondonga entfernt mit 15 m hoher Stufe. Nördlich derselben liegt das wellige Sandfeld mit Akazienbuschwald, südlich eine weite Grasebene, die sich bis zur Pfanne ausdehnt. Die Pfanne selbst ist ca. 2 m tief in die Ebene eingesenkt.

Die geologische Zusammensetzung des Ovambolandes ist anscheinend folgende.

Südlich des Schellagebirges dürfte Sandstein den Untergrund bilden, der am Kunene zutage tritt. Südlich der Etosa aber steigt eine Ebene aus Kalkstein[111]) zu den Bergen des Otavigebiets an. Das Grundgestein ist vielleicht alter Kalkstein (= Malmanidolomit), wird aber von jüngerem Kalktuff bedeckt.

Die Etosapfanne ist in Kalksandstein eingesenkt, wie von *Hartmann* gesammelte Proben beweisen. Es ist ein ziemlich grober Quarzsand mit Kalkzement, ganz ähnlich dem Kalksandstein am Botletle. Eine harte Oberflächenbank ist vorhanden und bedingt eine steile Stufe, unter der der weichere Kalksandstein mit flacher Böschung liegt.[112])

Die Ausfüllung der Pfanne ist nach *Hartmann* ein weicher Salzschlamm, in dem man versinkt. *Andersson*[113]) nennt ihn einen „lockeren grüngelben Lehm" und erwähnt „kleine rötliche Sandsteine". Könnte das Chalcedon sein?

Die Etosa ist nur die größte unter einer sehr großen Zahl von Salzpfannen in der Ebene zwischen Ovamboland und den Bergen des Damaralandes.

Sehr interessante Daten verdanke ich der Güte Herrn Dr. *Hartmanns* über eine solche Salzpfanne, 35 km N.N.W. des Wasserplatzes Okahanna oder Okakanna, der am Westende der Etosa gelegen ist. Die Pfanne, die schon seit Jahren den Eingeborenen und Händlern Speisesalz lieferte, wurde im Februar 1900 von dem englischen Ingenieur Speak untersucht. Er schildert in seinem Gutachten dieselbe als eine 3 : 4 km breite ovale Pfanne in flacher Senkung ohne Zu- und Abfluß. Der Boden ist eine 12—15 cm dicke Salzkruste, ähnlich einer tauenden Eisdecke. Darunter liegt schwarzer schleimiger Schlamm mit Büscheln von Kristallaggregaten, die einzelnen Kristallen gleichen „flint arrow heads", sind also wohl Schwalbenschwanzkrystalle. Speak hält sie für „Glauberit". Sollten es nicht Gypsausscheidungen sein? Die Tiefe des Schlammlagers ist nicht bekannt.

In den Kaliwerken von Aschersleben wurden zwei Proben dieser Salzpfanne untersucht. Die Probe I stammte „von der Oberfläche des Salzlagers", also wohl der Salzkruste, die Probe II aber „vom Grunde des Salzlagers", ist also wohl der „schwarze Schlamm", nicht etwa die unterste Partie der Salzkruste. Denn dann wäre diese als Speisesalz undenkbar.

Die Zusammensetzung war:

	Probe I	Probe II
Chlornatrium	90.4 %	2.1 %
Natriumsulphat	6.3 %	94.7 %
Natriumkarbonat	1.0 %	1.2 %
Brom	0.02 %	0.01 %
Unlösliches und Feuchtigkeit (Differenz)	2.28 %	1.99 %

Demnach ist der „schwarze Schlamm" ein mit zersetzter organischer Substanz und mineralischen Bestandteilen (Kalk, Tonerde?) verunreinigtes Glaubersalz, die Kruste dagegen der Hauptsache nach Kochsalz.

Es fehlten vollständig: Kali, Salpetersäure, Borsäure, Jod.

Ist die Pfanne auch wirtschaftlich wertlos, so ist sie theoretisch für die Erklärung der Salz- und Brackpfannen doch sehr wichtig, wie wir sehen werden, und ich bin Herrn Dr. *Hartmann* für seine Zuvorkommenheit sehr dankbar.

Im Ovamboland bildet nach *Schinz* [114]) den Untergrund eine „bläuliche, an der Luft erhärtende Erde lehmartiger Konsistenz" mit knochenähnlich gestalteten Kalkgeröllen. Das sind wohl Konkretionen à la Lößmännchen. Dieselben Kalkkonkretionen bedecken in Unmasse die Oberfläche vieler Salzpfannen. *Andersson* nennt diese Schicht „blauen Ton". Ich vermute, daß er eine dem Salzmergel des Okavangosumpflandes analoge Bildung ist.

Über dem „Lehm" oder „Ton" liegt nach *Schinz* eine 2—3 m dicke, humusreiche, schwarze Schicht, die den Reichtum des Ovambolandes bedingt und von 20—30 cm mächtiger Schicht weißen Sandes bedeckt wird. Der Humusboden findet sich wohl nur in den Niederungen, Omurambas und sumpfigen Ebenen, während die Wellen — *Schinz'* Oschihekeformation — aus reinem Sand bestehen.

Übrigens dürfte der Kalaharikalk — Kalksandstein oder Kalktuff — nicht mit dem Südrand der Etosa enden, sondern auch auf deren Nordseite den Beckenrand bilden. Denn *Schinz* [115]) beschreibt den Wasserplatz Okasima ka Namutenga als ein hufeisenförmig umrahmtes Kalktuffbecken, auf dessen Kalksteinhöhen sie lagerten — also eine Pfanne mit Kalktuffkrater.

Aus obiger Darstellung kann man wohl entnehmen, daß *Schinz* und *Hartmann* durchaus im Recht sind, das Ovamboland ein Glied der Omaheke zu nennen.

Die Vegetation scheint von Norden nach Süden hin zu wechseln. An der Etosa herrschen weite Grasflächen, aber mit der erwähnten Stufe beginnt der Wald. Auf den Sandwellen wachsen im Süden Mopani, Mochenono, Bauhinia, Akazien, alles Bäume der mittleren Kalahari, im Norden dagegen wird die Vegetation tropischer, und Morula (Sclerocarya), Diospyrus, Strychnos und andere Bäume bilden einen mächtigen Wald, der besonders am Kunene dicht und üppig gedeiht. [116]) Dagegen finden wir Parklandschaft mit Fächerpalmen in den Ebenen des südlichen Ovambolandes, z. B. Ondonga, unter deren dünner Sandschicht oben der schwarze Humusboden liegt. [117])

b) Die Omaheke.

Zwischen Ovambo-Damaraland im W. und den von uns besuchten Gebieten im O. dehnt sich ein weites Sandfeld aus, die Omaheke der Herrero.

Den nördlichsten Teil zwischen Ovamboland und Okavango — das Oschimpolo-Sandfeld [118]) — hat zuerst *Andersson* [119]) bereist und beschrieben. Seine

Angaben werden durch die neuesten Beobachtungen von *Volkmann* [120]) und *Jotka* [121]) bestätigt.

Fassen wir die Beobachtungen der drei Reisenden zusammen.

Das Land um Grootfontein ist eine Kalksteinebene, anscheinend junger Kalaharikalk, mit Parklandschaft. *Andersson* nennt es „eine lachende, mit schönen Baumgruppen und Gebüsch bedeckte Kalktuffebene“.[122]) Tsebib ist der letzte Brunnen, dann folgt ein Sandfeld, und zwar roter Sand. Der Omuramba u Ovambo, den *Green, Hahn* und *Rath* zuerst besucht haben, liegt bereits im Sandfeld, besitzt aber teilweise ein Kalksteinbett,[123]) und der Wasserplatz Tsintsabis ist anscheinend ein Kalksteinbrunnen. Das Sandfeld bis zum Okavango ist anfangs eine Ebene mit Vleys und Dornbusch. Jenseits der Vley Tschausib beginnt eine Zone von W.-O.-streichenden Sandwellen, die durch schmale lange Grasebenen getrennt sind. Diese Ebenen ähneln sehr den Omurambas, haben einen harten humosen Boden und enthalten viele Vleys mit Regenwasser. Aber auch Quellen kommen vor. Die Sandwellen, die meist „Dünen“ genannt werden, sind mit dichtem Busch, weiter nördlich mit Wald bedeckt. Merula ist ein häufiger Baum. *Jotka* [124]) nennt den Sand des Sandfeldes rot, *Andersson* weiß und gibt an, daß man in ihm tief einsinke.[125])

Der Gaudun (= ǀGaudum) oder Büffelomuramba ist das erste wirkliche Flußbett. Es enthält einige Wasserplätze mit Quellen und läuft in den Omuramba u Ombongo. Letzterer liegt 10 km weiter nach N. Beide Omuramba sind von hohen „Dünen“ begleitet. Der Omuramba u Ombongo fließt übrigens nach *Andersson* von N.—S., also quer zu den „Dünen“.

Der Okavango hat ein mehrere Kilometer breites Tal, das während der Regenzeit überschwemmt ist. Die Ufer sind „dünenartige Höhenzüge“, nach *François* [126]) weiter unterhalb ca. 50 m hoch. Innerhalb des Tales schlängelt sich der 100—200 m breite Fluß, und seine Ufer sind nach *Andersson* [127]) eisenschüssiger Kalktuff. Die Sandgehänge des Tales steigen terrassenförmig an. Der Boden der Überschwemmungsebene ist Schlamm, und das Wasser steigt bis 3 m über die Ebene an, wie *Jotka* aus Schlammspuren an Bäumen feststellte.

Der Omuramba u Ovambo fließt nach W. zum Onandovasee und zur Etosa, wie schon *Green, Hahn* und *Rath* feststellten. Dagegen hat sich die Ansicht, daß er nach Osten hin mit dem Okavango zusammenhinge, nicht bestätigt. Schon *Andersson* [128]) hat diese Vorstellung bekämpft. Er soll im Sandfeld selbst entspringen.

Das beschriebene Sandfeld dürfte den gleichen Charakter haben, wie das Madenassa- und Barutse-Sandfeld: Lange Sandwellen mit hohem Wald und Busch, zwischen ihnen Grastäler mit humosem Boden. Quer zu diesen Sandwellen laufen mitunter richtige, von hohen Sandwällen begleitete Flußbetten.

Die ganze Omaheke südlich des Omuramba u Ovambo und dem Wege Gobabis—Rietfontein ist so gut wie unbekannt, dürfte aber wie im Norden ein welliges, von vielen Flußbetten und Niederungen durchsetztes Sandfeld sein. Es wird hauptsächlich von e i n e m großen und verzweigten Flußsystem beherrscht, dem des O m u r a m b a u O m a t a k o. Dieser entspringt auf dem Omatakomassiv und fließt nach N.O. zum Okavango. Nach Osten gibt er einen Arm — den Apato — ab, dem *Schinz* folgte und der als Denib in das Okavangobecken mündet. In seinem Verlauf scheint er ein altes Seebecken zu durchströmen, nämlich bei Karakobis.[129]) Der schwärzliche, staubende Boden, den *Schinz* beschreibt, dürfte dem des Ngami-Tauche-Gebiets ganz ähnlich sein. Bis Otjituo, etwas unterhalb der Abgangsstelle des Apato, ist der Lauf reich an Quellen und Wasserplätzen. Dann aber versandet er völlig bis Karakuwisa (Karkurbor), wie *Volkman* meint,[130]) infolge Verwehung mit Sand. „Dünenzüge“ streichen manchmal quer durch das Flußbett. Infolgedessen besitzt das periodisch fließende Regenwasser streckenweise eine rückläufige Bewegung. Wasser findet

man 40 km unterhalb Otjituo in Eriksons Püts, einem Sandbrunnen. Diese Sandbrunnen bestehen aus feuchtem Sand, unter demselben folgt trockener Sand. Es muß also eine wasserundurchlässige Schicht unter dem feuchten Sand liegen. In dieser Weise sind alle Sandbrunnen jener Gegend beschaffen, aus denen die Buschmänner Wasser saugen.[131])

Bei Karakuwisa biegt das Flußbett nach N.N.W. um, und sofort beginnt harter Boden mit Quellen und Vleys. Eine 1/2—1 Fuß mächtige humose Schlammaschenschicht bedeckt die Talsohle. Der Omuramba u Omatako mündet oberhalb Niangana in den Okavango. Der Blockfontein-Omuramba fließt in den großen Omuramba, sein Ursprung liegt im Sandfeld. Durch Sandmassen von ihm getrennt ist der Fontein Omuramba, der auch aus dem Sandfeld kommt, aber nicht, wie einige Karten angeben, ein Mündungsarm des großen Omuramba ist. Er enthält sehr viel Quellen und Teiche, ja sogar eine geschlossene Wassermasse, die zur Zeit von *Jotkas* Besuch langsam zum Okavango floß.

Sehr wichtig ist die allgemein gemachte Beobachtung, daß alle Flußläufe von hohen Sandanhäufungen eingefaßt werden, die als geschlossene Wälle die Ufer begleiten und von fast allen Reisenden „Dünen" genannt werden.

Zwischen den beiden Armen des Omuramba u Omatako, Schesehongo und Apato liegt das Stromgebiet des ²Kaudum und Schadum, deren Quellgebiet unbekannt ist. Ich halte es sehr wohl für möglich, daß sie einst auch mit dem Omatako zusammenhingen, also Arme desselben waren, wie der Apato, daß aber die Stelle ihres Abgangs und ihr Oberlauf durch dieselben Sandmassen verstopft ist, die das Flußbett oberhalb Karkurbor erfüllen.

Westlich bis südwestlich vom Kaukaufeld liegt ein Kalksteingebiet mit Kalkpfannen, das noch niemals kartographisch aufgenommen worden ist, geschweige denn geologisch — das Debrafeld.

Das Gebiet zwischen dem Oberlauf des Omatako und Epukiro ist nach *v. Uechtritz*[132]) ein prachtvolles Weideland, reich an Kalkpfannen, und seine Schilderung erweckt den Gedanken, daß es eine Kalksteinebene ist, wie die südlich der Etosa und im Veldschoendragerland. Aber weiter östlich bis zu meiner Route muß es ein in der Trockenzeit wasserloses, an alten Flußläufen reiches Sandfeld sein, das ein Burentrek unter entsetzlichen Leiden und Verlusten durchzogen hat.

Die Westgrenze des Sandfeldes läßt sich nur stellenweise mit Sicherheit ziehen, z. B. N.O. von Grootfontein.

Das Quellgebiet des Omuramba u Omatako — außerhalb der Gebirge — und des Epukiro, vielleicht auch das des Swakop scheinen im großen und ganzen auch im Sandfeld zu liegen.

7) Die südliche Kalahari.

Das Stromgebiet des ǂNossob-Molopo umfaßt ein gewaltiges Gebiet, das von den Eingeborenen Kalahari im engeren Sinne genannt wird. Über dieses weite, weite Land können oder vielmehr müssen wir uns kurz fassen, weil wir so herzlich wenig von ihm wissen. Dabei dürfte gerade dieser Teil des Sandfeldes in manchen interessanten Punkten von der mittleren Kalahari abweichen, und zwar verändert sich anscheinend sein Charakter in genau umgekehrter Richtung, wie die nördliche Kalahari. Während diese nämlich infolge zunehmender Niederschläge sich mit üppigerer Vegetation bedeckt und von zahllosen sumpfigen Flußbetten durchschnitten wird, scheint die südliche Kalahari durch öde Vegetation, ausgedehntere Grasflächen und dünenartige Sandanhäufungen charakterisiert zu sein. Dazu kommt noch das Auftreten zahlloser Kessel und Brackpfannen mitten im ödesten Sandfeld.

Betrachten wir zunächst ihre Grenzen.

Im Gebiet des †Nossob, und zwar westlich von Windhuk, beginnt das Sandfeld bald jenseits des Passes, zu dem man aus dem Windhuker Tal aufsteigt. Seeis liegt bereits in der Kalahari, und der Kaeib ist ein in rötlichen Sand flach eingesenktes Omuramba, während Kowas eine Kalkpfanne mit starker Quelle ist.[133])

Weiter südlich springt das Sandfeld über Hoachanas nach Westen vor und nähert sich anscheinend sogar dem Ort Rehoboth.

Der weitere Verlauf der Grenze wird wahrscheinlich im allgemeinen durch eine Linie Rehoboth-Uppington am Oranje gekennzeichnet.

Das Veldschoendragerland ist eine Ebene aus altem Kalkstein der Namaschichten und bedeckt mit jungen Kalktuffen und Sand. Der Übergang zur Kalahari scheint sich hier zu vollziehen.

Mit mehr Sicherheit läßt sich die Grenze weiter südlich ziehen. Nach *Pfeils*[134]) Karte und Darstellung beginnt das Sandfeld mit parallelen N.W.-S.O. streichenden langen Wellen — Dünen —, die mit Gras bewachsen sind. Oft folgen sie einander in großer Zahl und dicht gedrängt. In andern Fällen stehen sie vereinzelt oder in Gruppen weiter auseinander. Zwischen ihnen tritt harter, kahler Boden zutage, die sog. Straaten, anscheinend Lehm- oder Kalk- oder Gesteinsflächen. Aber die einzelnen Wellen schließen sich zu welligen Flächen zusammen, und jenseits Rietfontein (Vilander) folgt ein unabsehbares bräunliches Sandfeld.

Ob der Kalaharisand mit mächtigen Anhäufungen den Oranje begleitet oder nördlich dieses Flusses endet, ist nicht bekannt. Er scheint aber die Westflanke der Schurfteberge zu erreichen und greift sicher nach *Stows*[135]) Darstellung in die Bucht zwischen diesen und den Langebergen von Norden her herein, anscheinend bis nahe an den Oranje bei Kheis.

Dann aber weicht der tiefe Sand weit nach Norden zurück. Denn das ganze Kurumangebiet ist eine Kalksteinfläche (Malmamidolomit) wie das Veldschoendragerland, auf der der aufgelagerte Sand nicht das liegende Gestein gänzlich verhüllt, sondern den Charakter des Decksandes besitzt. Nach *Livingstones*[136]) Auffassung war nun aber dieses Land einst mit Teichen, Seen und Flüssen erfüllt, wie das Ngamigebiet. Demnach könnte man also doch wohl die jüngeren Auflagerungen mit den Kalaharischichten identifizieren und wäre berechtigt, den Kurumandistrikt der Kalahari zuzuzählen. Ob man nun das eine oder andere tut, ist, glaube ich, ziemlich gleichgültig; es wird wohl ein Übergangsgebiet zwischen Kalahari und Betschuanenland sein, also zwischen N.W.- und S.O.-Zone des inneren Beckens.

Über die Grenzen des tiefen Kalaharisandes westlich von Mafeking sind wir durch *Wilkinson* und *Penning*[137]) in großen Zügen wenigstens orientiert. Er beginnt westlich der Bergkette Madebing-Honing Vley-Sokeleko und begleitet den Molepo zu beiden Seiten. Aber in der Umgebung von Mokopon, d. h. an der Umbiegungsstelle von O.-W. nach Süden treten die Gesteine zutage, die die Bergketten von Mauhelle-Maralilen bilden und zu den Basiskonglomeratschichten gestellt wurden. Letztere Berge ragen noch aus dem Sand auf.

Der weitere Verlauf der Ostgrenze des tiefen Sandes ist nach F. Müllers[138]) Angaben folgender.

Am Molepo selbst beginnt der Sand etwa in 24° 40′ ö. L. und weicht westlich von Kanya etwas nach Westen zurück. Der Hügel Saratsan zwischen Lebutsi (O.) und Kni (W.) liegt noch außerhalb des Sandfeldes. Kni ist *Wilkinsons* Hamusevan oder Kooi, ca. 24° 25′ ö. L.

Auf dem 24.° s. Br. liegt sie etwas östlich der Setsi Pan, also ungefähr 24° 30′ ö. L. Der weitere Verlauf ist nicht bekannt.

Nach *Livingstone* liegt Ssorotli bereits in dem Sandfeld. Wir wissen, daß dasselbe bei Leale bis an den Rand des Kalahariplateaus herangeht. Das „tief-

sandige waldige Hochplateau" *Holubs* zwischen Schescheng und dem Leretsispruit weist deutlich auf Bedeckung des Plateaus mit Kalaharisand auch weiter südlich hin, ob aber die Wasserplätze des alten *Livingstone*schen Weges, wie Maschwe, Lepepe, Beatlanama außerhalb oder innerhalb des Sandfeldes liegen, ist unbekannt.

Über die Beschaffenheit des Sandfeldes der südlichen Kalahari wissen wir sehr wenig. Der beste Kenner der südlichen Kalahari zwischen Mafeking und dem Chansefeld ist zweifellos F. Müller, und aus persönlichen Mitteilungen habe ich folgendes entnehmen können.

Die „Kalahari" — Müller gibt entsprechend der Auffassung der Eingeborenen nur dem südlichen Sandfeld diesen Namen — unterscheide sich in vielen Punkten von dem Sandfeld des Ngamigebiets. Zwar sei der Sand ähnlich, aber die Vegetation weiche bedeutend ab, indem Kameldornbusch und -wald überwiegen.

Sodann spielen eine große Rolle im landschaftlichen Bilde der südlichen Sandfelder die Brackpfannen. Der Beschreibung nach gleichen sie durchaus der Brackpfanne von ²Gai ³ke, den Kalksandsteinflächen an der N.W.-Seite mancher Berge (Tscherile, ¹Andji, Kwebe, Makabana), in der südlichen Kalahari sind sie aber sehr viel zahlreicher und erreichen Durchmesser von mehreren Kilometern.

Wichtig ist der Umstand, daß südlich bis südöstlich dieser Brackpfannen stets Berge liegen. Diese bestehen aus Sand, erreichen aber Höhen, wie die Kwebeberge, d. h. also 150—200 m. Müller hat mehrere dieser Berge bestiegen und fand niemals anstehendes Gestein auf ihnen. Dagegen tritt in der Umgebung der Brackpfannen das Grundgestein zutage und soll manchen Gesteinen des Betschuanenlandes gleichen. Die hohen Berge sollen ausgezeichnete Landmarken sein und die Erschließung des Landes durch Wagenwege ganz wesentlich erleichtert haben.

Mir möchte es scheinen, als ob das Auftreten der Brackpans der südlichen Kalahari am N.W.-Fuß von Hügeln auf die gleichen Ursachen zurückzuführen ist, wie das Vorhandensein der Kalkflächen an der N.W.-Seite der Berge im Ngamiland. Wir kommen darauf noch zurück.

Aus demselben Gebiet habe ich Erkundigungen von einem gebildeten Engländer Mr. Priest, der von Melopolele nach Lehututu, und von einem Sergeanten der Polizeitruppe, Bester, der von Mafeking nach Lehututu-Chanse reiste, eingezogen. Die Aussagen des ersteren namentlich halte ich für durchaus zuverlässig.

Beide sind der Ansicht, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen der „Kalahari" und den Sandfeldern des Ngamigebiets nicht vorhanden sei. Nach Priest beginnt das Sandfeld westlich von Melopolele mit einer Zone von Serengwald (¹Kaiwald, Burkea africana). Dann folgt Buschwald, und zwar Ebenen mit Mocheto (A. giraffae, Kameldorn), Mangana, Mochailechaile und Sandrücken mit Mochenene und Mohata. Die Brackpfannen seien nur Flächen, auf denen der Kalaharikalk zwischen den Sandrücken zum Vorschein käme. Ganz gleiche Kalkflächen fänden sich ja auch im Ngamigebiet.

Nach Bester findet sich am Melepe viel Kalk und Vaalbusch. Zwischen dem Melepe und Lehututu herrsche Kameldorn vor.

Der Boden aller Brackpfannen ist salzhaltig, darin stimmen alle Beobachter überein, und bedeckt sich mit Salzkrusten, die das Wild aufleckt.

Merkwürdigerweise haben weder Priest noch Bester die hohen Sandberge an den größeren Pfannen erwähnt.

Flußbetten scheinen dem Gebiet zu fehlen, und über Sandwellen mit bestimmter Richtung habe ich auch nichts erfahren.

Die größten Pfannen des Gebiets, durch das die Straßen von Mafeking,

Kanya und Molopelole zum Chansefeld gehen, sind Katschéa (Kakia), Kakóng, Luthla, Kang, Tsaning, Lehútutu, Uche und viele andere Brackpfannen. In ihnen finden sich Brunnen mit Quellen. Außer diesen Kalkbrunnen sind aber gerade in der südlichen Kalahari die Saugbrunnen sehr zahlreich. Auf dem Wege Molopolole—Kang befinden sich nach Priest zahlreiche Bakalaharidörfer, die ihren Wasserbedarf ausschließlich aus solchen Saugbrunnen beziehen. Diese liegen in kesselförmigen Vertiefungen, in denen in geringer Tiefe unter der Oberfläche der Sand feucht ist, und mit Röhren kann die Feuchtigkeit angesogen werden. In der Tiefe solcher Saugbrunnen soll eine wasserundurchlässige Tonschicht liegen.

Erwähnen möchte ich noch, daß nach Bester bei Kakóng (ca. 23° 10′ ö. L.; 24° 20′ s. Br.) an der Pfanne „Dolerit, wie bei Kimberley", also wohl Diabas oder Mandelstein auftreten soll.

Von Westen her sind *Fleck*[139]) und *v. François*[140]) bis Lehututu vorgedrungen und haben kurze Berichte hinterlassen. Der von *Fleck* enthält nichts Erwähnenswertes, wohl aber der von *v. François*.

Im westlichen Teil seines Reisegebiets, nämlich dem Flußgebiet des ╪Nossob fand er lange „Dünenketten", die N.N.W.-S.S.O. streichen und sich namentlich n der Nähe der Flußbetten Koaeib und ╪Nossob finden. Sollten diese Sandwellen wirklich „Dünen" sein oder nicht vielmehr Sandanhäufungen zu beiden Seiten der Flußbetten, gerade so wie bei Gobabis?

Im östlichen Teil, d. h. östlich des ╪Nossob besitzt die Ebene zahllose „größere und kleinere Kesselbildungen, deren Lage schon von fern an einer kleinen, gewöhnlich die Südseite des Kessels begrenzenden Erhebung erkennbar ist".[141])

Also Bestätigung der Angaben Müllers. Nur scheinen die Erhebungen weiter östlich viel bedeutender zu sein.

Der Boden der Ebene ist nach *v. François* durchweg Sand. An den Kesseln tritt Kalkstein zutage, während der Boden aus „Ton" oder „Lehm" besteht. Der Kalk scheint manchmal eine bedeutende Mächtigkeit zu besitzen, z. B. im Bett des kleinen Takatschó (Dakatyen) über 8 m in einem Brunnen.

Die Sandwellen der westlichen Zone — *v. François* sagt „Dünenkämme" — sind überall dicht mit Bäumen und Sträuchern bestanden. In den Ebenen dazwischen wachsen nur vereinzelte Bäume. Östlich des ╪Nossob nimmt der Baumwuchs beständig zu, verdichtet sich nördlich und westlich von Lehututu zu einem Wald, hauptsächlich von „Kameldorn-, Bastarddorn- und Blaubäumen". Der „Weißdornbaum" (Mossú, A. horrida) fehlt dagegen östlich des ╪Nossob vollständig.

v. François hat anscheinend den Eindruck gewonnen, daß der Kalk unter dem Sand große Verbreitung hat.[142]) Die Kessel sind meist nur in der Regenzeit gefüllt, und der „krümelige tonige Boden" verwandelt sich dann in einen Brei. Dauernd Wasser hätten nur Lehututu, Massa, Bitterwasser und Uche.

Es scheint, daß manche Quellen der südlichen Kalahari schwefelhaltig sind. So benutzen die Amralhottentotten das Wasser vom Okui (Bitterwasser) zu Bädern gegen Syphilis. Vilander Pits in der Gegend des südlichen Rietfontein soll giftige Eigenschaften haben und Metalle schwarz färben.[143])

Pabst[144]) schildert die Kalahari in der Gegend von Rietfontein (Vilander) als ein rechtes Dünenfeld, in dem große Pfannen (Niederungen) und Kalkhügel miteinander abwechseln. Ein Fußgänger gebraucht häufig eine Stunde, um erstere in ihrer Breite zu durchqueren. Sie sind weder mit Gras, noch mit Gebüsch bewachsen. Die Wege gehen über roten Sand oder hohe wellenförmige Sanddünen hin.

In den Flußbetten findet man harten Boden. Im Jahre 1894 kam der Molopo ab, floß wochenlang und überschwemmte sogar seine Ufer.

Nach Norden hin bedeckt Wald das Sandfeld. Dagegen scheinen im Süden

die Sandwellen mit Gras bestanden zu sein, wie *Pfeil* erwähnt. Dieser Forscher[45]) schildert uns auch die Pfannen des Rietfonteiner Gebiets, so besonders die Hackensche Vley, die von Sand umgeben ist und einen Lehmboden, glatt wie eine Tenne, besitzt. In der Regenzeit ist derselbe eine weiche Masse. Der Boden bleibt übrigens stets sandfrei, und bisher hat man kein Vordringen der Sandwälle beobachtet.

Mit diesen wenigen Notizen sind unsere Kenntnisse erschöpft. Die südliche Kalahari scheint in manchen Punkten zweifellos von dem mehr nördlichen Sandfeld abzuweichen, die Unterschiede sind aber doch wohl kaum genügend, um die Auffassung zu rechtfertigen, daß der Name Kalahari nur dem südlichen Teil des Sandfeldes als einem ganz besonderen Gebiet zukäme und dieses prinzipiell von jenem verschieden sei.

Anmerkungen.

[1]) *Chapman*: Travels in the Interior of South Africa. London 1868. Bd. I. S. 60.
[2]) — Travels etc. Bd. I. S. 237.
[3]) *Holub*: Ins Land der Maschukulumbwe. Wien 1890. Bd. I. S. 280.
[4]) *Chapman*: Travels etc. Bd. I. S. 257.
[5]) *Holub*: Sieben Jahre in Südafrika. Wien 1881. Bd. II. S. 67.
[6]) *Pinto*: Quer durch Afrika. Leipzig. Bd. II. S. 168.
[7]) *Holub*: Sieben Jahre etc. Bd. II. S. 61.
[8]) *Schulz*: The New Africa. London 1897. S. 20.
[9]) *Chapman*: Travels etc. Bd. I. S. 242.
[10]) *Holub*: Sieben Jahre etc. Bd. II. S. 64.
[11]) *Livingstone*: Missionsreisen. Bd. I. S. 202.
[12]) *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 86 u. 299.
[13]) *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 196 u. 97.
[14]) *Chapman*: l. c. Bd. I. S. 62.
[15]) — l. c. Bd. II. S. 79.
[16]) — l. c. Bd. I. S. 240.
[17]) *Livingstone*: l. c. Bd I. S. 97.
[18]) *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 61.
[19]) — l. c. Bd. I. S. 260.
[20]) *Schulz*: The New Africa. S. 24.
[21]) *Holub*: Ins Land etc. Bd. I. S. 288.
[22]) *Chapman*: Bd. I. S. 242.
[23]) — Bd. II. S. 84.
[24]) *Holub*: Ins Land etc. Bd. I. S. 282.
[25]) *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 304.
[26]) — l. c. Bd. II. S. 299.
[27]) *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 196.
[28]) *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 60.
[29]) — l. c. Bd. II. S. 61.
[30]) — l. c. Bd. II. S. 61.
[31]) — l. c. Bd. II. S. 67.
[32]) — l. c. Bd. II. S. 65.
[33]) — l. c. Bd. II. S. 302.
[34]) *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 97.
[35]) — l. c. Bd. I. S. 195.
[36]) *Chapman*: l. c. Bd. I. S. 241.
[37]) — l. c. Bd. I. S. 78.
[38]) — l. c. Bd. I. S. 280.
[39]) — l. c. Bd. I. S. 150.
[40]) *Reid*: Journey to the Linyanti Region. Geograph. Journal. Bd. 17. 1901.
[41]) *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 209.
[42]) *Chapman*: l. c. Bd. I. S. 296.
[43]) — l. c. Bd. II. S. 93.
[44]) — l. c. Bd. II. S. 95.

[45] *Holub*: Sieben Jahre etc. Bd. II. S. 414.
[46] *Mohr*: Nach den Viktoriafällen des Sambesi. Bd. I. S. 312.
[47] — l. c. Bd. I. S. 326.
[48] — l. c. Bd. II. S. 60.
[49] — l. c. Bd. II. S. 65.
[50] *Hübner*: Peterm. Mitteil. 1872. S. 430.
[51] *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 220.
[52] — l. c. Bd. II. S. 212.
[53] — l. c. Bd. II. S. 184.
[54] — l. c. Bd. II. S. 97.
[55] *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 272.
[56] *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 111.
[57] — l. c. Bd. II. S. 111.
[58] — l. c. Bd. II. S. 158.
[59] — l. c. Bd. II. S. 184.
[60] *Holub*: Ins Land etc. Bd. II. S. 402.
[61] *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 111.
[62] — l. c. Bd. II. S. 184.
[63] — l. c. Bd. II. S. 185.
[64] *Holub*: Ins Land etc. Bd. I. S. 392.
[65] *Chapman*: l. c. Bd. II. S. 213.
[66] — l. c. Bd. II. S. 278.
[67] — l. c. Bd. II. S. 104.
[68] — l. c. Bd. II. S. 212.
[69] — l. c. Bd. II. S. 278.
[70] *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 248.
[71] — l. c. Bd. I. S. 248.
[72] — l. c. Bd. I. S. 253.
[73] — l. c. Bd. I. S. 253.
[74] *Gibbons*: Exploring and Hunting in Central Africa. London 1898. S. 136.
[75] *Livingstone*: l. c. Bd. I. S. 253.
[76] — l. c. Bd. I. S. 287.
[77] — l. c. Bd. I. S. 300.
[78] *Holub*: Ins Land etc. Bd. II. S. 102 u. 103.
[79] — l. c. Bd. II. S. 42.
[80] *Gibbons*: Exploring etc. S. 384.
[81] *Gibbons*: Exploring etc. S. 171.
[82] *Reid*: l. c. Geogr. Journ. Bd. 17. 1901. S. 573 ff.
[83] *Bertrand*: Au pays de Barotse. Paris 1898.
[84] *Selby*: Geographical Journal. Bd. 19. 1902. S. 606.
[85] *Grey*: The Kafue River and its headwaters. Geogr. Journ. Bd. 18. 1901. S. 69.
[86] — l. c. S. 66.
[87] *Selby*: l. c. S. 606.
[88] *Lemaire*: The Congo-Zambesi Water parting. Geograph. Journ. Bd. 19. 1901. S. 184.
[89] *Cameron*: Across Africa. London 1877. Bd. II. S. 170.
[90] *Pinto*: Quer durch Afrika. Leipzig 1881. Bd. I. S. 336.
[91] *Quicke*: Geograph. Journ. Bd. 17. 1901. S. 130.
[92] — l. c. S. 132.
[93] *Baum*: Die Kunene-Sambesi-Expedition. Berlin 1903.
[94] — l. c. S. 30.
[95] — l. c. S. 57.
[96] — l. c. S. 42.
[97] — l. c. S. 44.
[98] — l. c. S. 66.
[99] — l. c. S. 99.
[100] — l. c. S. 118.
[101] — l. c. S. 73.
[102] *Hartmann*: Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1902. S. 225.
[103] — l. c. S. 225.
[104] *Duparquet*: Voyage en Cimbébasie. Lyon. 1881. S. 76.
[105] *Schinz*: Deutsch-Südwest-Afrika. S. 265. S. 454/55.
[106] *Duparquet*: l. c. S. 44, 45.
[107] — l. c. S. 45.
[108] *Schinz*: l. c. S. 437.
[109] *Hartmann*: Z. G. f. Erdk. Berlin 1902. S. 226.
[110] *Schinz*: l. c. S. 324.
[111] *Hartmann*: l. c. S. 220.

[112]) *Schinz* fand dagegen am W.-Ende der Pfanne einen allmählichen Übergang von Pfannenboden zur südlichen Kalkebene. l. c. S. 214.
[113]) *Andersson*: Reisen in Südwest-Afrika. S. 199.
[114]) *Schinz*: l. c. S. 435.
[115]) — l. c. S. 325.
[116]) *Hartmann*: Z. G. f. Erdk. 1902. S. 224.
[117]) — l. c. S. 221 m. Abb. S. 223.
[118]) *Schinz*: l. c. S. 452.
[119]) *Andersson*: Der Okavangostrom. Leipzig 1863.
[120]) Reise des Leutnants *Volkmanns* von Grootfontein zum Okavango. Deutsches Kolonialblatt 1901.
[121]) Reise des Assistenzarztes Dr. *Jotka* zum Okavango. Deutsches Kolonialblatt 1902.
[122]) *Andersson*: Der Okavangostrom. S. 107.
[123]) Reise der Herren *Hahn* und *Rath* im südwestlichen Afrika. Peterm. Mitt. 1859. S. 300.
[124]) *Jotka*: Deutsch. Kolonialbl. 1902. S. 494.
[125]) *Andersson*: Der Okavangostrom. S. 117.
[126]) *v. François*: Reise zum Okavango. Mitteilg. Deutsch. Schutzgeb. 1891.
[127]) *Andersson*: Der Okavangostrom. S. 132.
[128]) — Der Okavangostrom. S. 175.
[129]) *Schinz*: l. c. S. 358.
[130]) *Volkmann*: l. c. S. 908.
Ähnliches fand er im Süden im Brackrevier, wo Wasserstellen der Buschleute mit Topfscherben, Straußeneiern und Feuerstellen 5–6 m tief von Sand bedeckt sind und der Fluß jetzt streckenweise zurückfließt.
[131]) — l. c. S. 908.
[132]) Nach mündlicher Mitteilung.
[133]) *v. François*: M. D. Sch. S.
[134]) Graf *Pfeil*: Skizze von Südwestafrika. Peterm. Mitt. 1894. S. 3.
[135]) *Stow*: Notes upon Griqualand West. Quart. journ. Geol. Soc. London 1874.
[136]) *Livingstone*: l. c. I. S. 139.
[137]) *Wilkinson*: Notes on a portion of the Kalahari. Geograph. Journal Bd. 1. S. 335 ff.
[138]) Mündliche Mitteilung.
[139]) *Fleck*: Mitteil. Deutsch. Schutzgeb. 1893.
[140]) *v. François*: Über seine Reise in der Kalahari. Mitteil. Deutsch. Schutzgeb. 1893.
[141]) — l. c. S. 290.
[142]) — l. c. S. 292.
[143]) *Pfeil*: Peterm. Mitteil. 1894. S. 7.
[144]) *Pabst*: Die Kalahari und ihre Bewohner. Mitteilungen der Geograph. Gesellschaft in Jena 1896. S. 48 ff.
[145]) *Pfeil*: Peterm. Mitteil. 1894. S. 8.

Kapitel XXXI.

Die orographischen und hydrographischen Verhältnisse der Kalahari.

Die zentrale Flachbeckensenke, wie *F. v. Richthofen*[1]) das innere Becken Südafrikas genannt hat, ist zwar, im großen betrachtet, ein einheitliches Becken, allein es zerfällt doch auch in mehrere sekundäre Becken. Von diesen ist eines — das Becken der südlichen Kalahari — gut abgegrenzt und umfaßt das Stromgebiet des ǂNossob-Molopo. Komplizierter, aus mehreren, nur teilweise gut abgegrenzten, sekundären Becken, zusammengesetzt ist das Gebiet der nördlichen und mittleren Kalahari. Wir wollen also zunächst das südliche Gebiet für sich allein und dann den Rest betrachten.

1. Die südliche Kalahari.

Die südliche Kalahari nimmt einen Teil eines größeren Beckens ein, das etwa folgende Grenzen hat. Im Westen die Berge des Damara- und Groß-Namalandes, im Süden die südlichen Randberge von Groß-Buschmannland. Im Südosten wird es von den Dornbergen, Schurfte-Lange-Bergen und dem Kaapplateau begrenzt. Im Norden zieht sich vom Südende des Kalahariplateaus nördlich des Molopo eine Schwelle zum ²Oasplateau hin, das Bakalaharifeld[2]) mit zahlreichen Kalkpfannen.

Innerhalb dieses Beckens liegt mit den ausführlich besprochenen Grenzen das Sandfeld der südlichen Kalahari. Seine Oberflächengestaltung ist, wie der Verlauf der Flußbetten zeigt, folgende. Von der Mündung des Hygap in den Oranjo, die annähernd 400—450 m hoch liegt, während die Hochebene am Oranjo 600—800 m ansteigen mag, zieht sich eine Niederung am Hygap-Molopo entlang nach N.N.O. hin, in die von N.W. der ǂNossob und von S.O. der Kurumanfluß gehen.

Die absoluten Meereshöhen sind folgende.

Das Quellgebiet des ǂNossob, wohl die höchste Gegend des südlichen Sandfeldes, hat ungefähr 1500—1600 m Meereshöhe (Gobabis 1417 m). Nach Süden hin senkt sich das Land, wie folgende Zahlen[3]) zeigen:

Rehoboth 1450 m, Hoachanas 1260 m, Plateau der Veldscheendrager im N. ca. 1200 m, im S. ca. 900 m, Rietfontein (Vilander) 832 m, Burgersdam 755 m, Stolzenfels am Oranje 410 m.

Aus dem Bakalaharifeld liegen Messungen nicht vor. Da aber dieses Land nach allen Nachrichten den Eindruck einer Ebene macht, und da Olifautskloof 1330 m, Mafeking aber 1260 m hoch liegt, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß die mittlere Meereshöhe der Ebene auch rund 1300 m beträgt. Für den Südosten fehlen sichere Höhenangaben. Griquatown soll ca. 1085 m hoch liegen.[4])

Aus diesen Höhenangaben, die nicht alle sehr genau sein mögen, geht jedenfalls wohl klar hervor, daß es sich um ein recht ebenes Land mit relativ geringen Niveaudifferenzen handelt und der allgemeine Abfall von N.O. nach S.W. verläuft. Dieser Ebene sind nun aber in verschiedenen Gegenden Berge aufgesetzt, und zwar in den Randgebieten. So liegen im S.O. die Ketten der Schurfte-Lange-Asbestos-Berge, die von S.W. nach N.O. parallel dem Campbells Rand streichen. Sie bilden z. T. die Grenze des Sandfeldes. Weiter nördlich erhebt sich die Maubellekette aus dem Sandfeld selbst, die Madebing-Sekeleke-Kette aber begrenzt es etwas östlich jener.

In dem Bakalaharifeld sollen Hügel von 150 m rel. Höhe vorkommen, und zwar an der Süd- oder Südostseite der großen Pfannen.

Das ²Oasplateau ist eine Stufe, die nur teilweise die Bedeutung einer Wasserscheide für die südliche Kalahari hat und die als Grenzlinie daher kaum in Betracht kommt. Auf der Westseite springen vom Damarabergland wahrscheinlich zahlreich isolierte Berge und Rücken in das Sandfeld vor, näheres ist aber nicht bekannt. Dagegen scheint der Sand die Berge des Namalandes nicht zu erreichen, und das vorgeschobene Karasplateau liegt sicher außerhalb der Kalahari.

Werfen wir noch einen Blick auf die Flußbetten!

Der Molopo ist bei Mafeking ein Bach mit fließendem Wasser, das sich aber nach *Wilkinson* einige Kilometer westlich im Sand verläuft. Das stark versandete Bett enthält in der Tiefe kein Wasser. Zuweilen kommt der Fluß aber ab, wie im Jahre 1893, und erreicht dann vielleicht auch den Oranje.

Zuflüsse hat der Molopo wenige, so z. B. einige trockene Betten, die vom Südende des Kalahariplateaus kommen, und aus S.O. den Kurumanfluß mit zahlreichen Nebenbächen. Letztere entspringen z. B. auf dem Kaapplateau und den Langebergen. Der Kurumanfluß führte noch im Anfang des vorigen Jahrhunderts reichlich Wasser, ist aber seitdem sehr zurückgegangen.

Der ǂNossob, aus zwei Hauptarmen gebildet, ist anscheinend ein viel bedeutenderer Fluß als der Molopo. Die Betten der verschiedenen Quellflüsse sind tief eingeschnitten und enthalten reichlich Quellen. 1897 hatte der Schwarze ǂNossob bei Gobabis kurz vor der Regenzeit noch einen dünnen fließenden Wasserfaden.

Kartographisch ist das Gebiet, wo sich Molopo und ǂNossob vereinigen, sowie der Lauf des Hygap noch recht wenig bekannt. Die Flußbetten sind im wesentlichen nach Erkundigungen eingetragen. Sehr auffallend ist die Armut an trockenen Flußläufen. Außer den großen Betten scheinen Omurambas oder Laagtes kaum vorzukommen, wenigstens fehlen durchaus diesbezügliche Nachrichten.

Dagegen sind sehr wichtige Gebilde die Brackpfannen, von Sand umgebene Kalkflächen. Während der Regenzeit enthalten sie Teiche, während der Trockenzeit aber trocknen sie ein und bedecken sich mit Salzreif. Häufig enthalten sie Brunnen mit meist brackischem Quellwasser.

Sehr wichtig ist die Frage nach Grundwasser. *Penning* glaubt, daß dasselbe in dem von ihm bereisten östlichen Gebiet in der Tiefe zu finden wäre. Er schließt dieses aus der flach nach W. einfallenden Lagerung der Schichten und ihrer petrographischen Beschaffenheit.

Sehr zahlreich sind in der südlichen Kalahari Saugbrunnen. *Wilkinson* fand in einem derselben eine Tonschicht als wasserundurchlässige Lage und unter derselben trockenen Sand.

II. Die mittlere und nördliche Kalahari.

Während der Süden ein wohlabgegrenztes Gebiet ist, fehlt, wie betont, zwischen der mittleren und nördlichen Kalahari eine natürliche Abgrenzung, so verschieden auch der Charakter der Steppe im Norden und in den zentralen Teilen sein mag. Der hydrographische Gesichtspunkt allein genügt nicht. Denn einmal geht abflußloses und abflußbesitzendes Land ineinander über, oder Inseln des ersteren liegen in letzterem, sodann bilden beide Gebiete auch nicht einmal in großen Zügen unter sich ein einheitliches Becken, wie die südliche Kalahari, sondern zerfallen in mehrere sekundäre Becken. Wir müssen klimatische und pflanzen-geographische Faktoren mit berücksichtigen, um zu einer befriedigenden, wenn auch immer noch gekünstelten Abgrenzung zu gelangen. Hier wollen wir zunächst beide Gebiete gemeinsam betrachten.

A) Die Becken und Bodenschwellen.

Die Hauptursache für die Schwierigkeit der Abgrenzung ist das Vorhandensein verschiedener Becken, die z. T. gleichzeitig mehreren verschiedenen hydrographischen Gebieten angehören.

Diese Becken sind breite Niederungen, die teils von Flußläufen durchzogen, teils von Seen und Sümpfen eingenommen sind. Die sie trennenden Erhebungen sind flache Bodenschwellen, die nur teilweise zusammenhängende Rücken bilden, und denen Berge aufgesetzt sein können.

Während der Boden der Becken fast durchweg aus jungen Aufschüttungen besteht, tritt das Grundgestein im Bereich der Rücken teilweise zutage. So kann man denn diese Schwellen in vielen Fällen als lokale Gesteinsfelder den weiten Sandfeldern gegenüberstellen. Erstere haben in der trockenen mittleren Kalahari große Bedeutung als Regionen, in denen sich beständiges Wasser findet, teils in Quellen, teils in Kalkpfannen. Durch sie führen daher die Verkehrsstraßen.

In vielen Fällen nun tritt aber auf Bodenschwellen das Grundgestein nicht zutage, vielmehr bedeckt Sand die flache Erhebung. Dann läßt sich der Charakter des Landes als Bodenschwelle oft doch noch daran erkennen, daß die Flußbetten beim Durchqueren einer solchen Schwelle mitten im Sandfeld ein felsiges sandfreies Bett haben oder mindestens ein enges Bett mit hartem Boden, während oberhalb und unterhalb der gekreuzten Bodenschwelle oder Stufe ein breites versandetes und oft bis zur Unkenntlichkeit mit Sand verstopftes Bett die ebene Fläche verrät, auf der einst der Fluß unfähig war, die eigenen Sandmassen fortzuschaffen.

Solche Verhältnisse deuten das Vorhandensein von Bodenschwellen an und müssen zur Erkennung derselben benutzt werden, da vorläufig die Niveauverhältnisse meist nicht bekannt sind.

Man kann nun drei Becken unterscheiden, die der Hauptsache nach einheitliche Ebenen vorstellen, die durch zusammenhängende und lückenhafte Bodenschwellen voneinander mehr oder weniger getrennt sind. Die Abtrennung ist nicht so durchgreifend, daß die Bodenschwellen Wasserscheiden bilden, vielmehr werden diese von den Flußläufen vielfach durchbrochen und damit die verschiedenen Becken untereinander verbunden. Jedes der drei Becken hat eine W.S.W.-O.N.O.- bis S.W.-N.O.-streichende Längsachse. Diese läuft nicht nur der Küstenstufe von Kaffraria und Natal, sowie dem Campbells Rand und dem Kalahariplateau parallel, sondern die drei Becken folgen auch diesen beiden Landstufen in der gleichen Richtung hintereinander von S.O. nach N.W.

Diese drei Becken sind:

1) Das Makarrikarribecken,
2) das Okavangobecken,
3) das Becken des tropischen Sandfeldes.

1) Das Makarrikarribecken.

Das Makarrikarribecken beginnt im S.W. mit der Schwelle des wenig bekannten Bakalaharifeldes, eines Gesteinsfeldes von vielleicht 1200—1300 m mittlerer Höhe. Sein Übergang zum Becken nach N.O. ist nicht bekannt, dürfte aber ganz allmählich stattfinden. Von dieser Bodenschwelle gehen zwei Höhenzüge aus, die das Becken auf der S.O.- und N.W.-Seite begrenzen, das Kalahariplateau und die ²Oas-Viktoriaschwelle.

a) Das Kalahariplateau ist uns seinem allgemeinen Verlauf nach bekannt. Es endet nordöstlich von Mohissa, und dann folgt die „Maklautsi-Pforte", eine noch wenig bekannte Einsenkung, hinter der das Matabelehochland austeigt. Letzteres begrenzt das Becken nicht mit steilem Rand, sondern erhebt sich ganz allmählich nach W.

b) Die ²Oas-Viktoriaschwelle.

Den N.W.-Rand des Makarrikarribeckens bildet eine Erhebung, die nach zwei markanten Punkten die ²Oas-Viktoriaschwelle genannt werden mag. Sie beginnt mit dem Plateau von ²Oas, auf das nach O.N.O. bis N.O. das Chansefeld folgt. Die zwischen beiden liegende Schwelle wird vom Epukiro in felsigem Bett durchbrochen. Der leicht geschwungene Bogen des Chansefeldes stößt an den des Ngamirumpfes. Am Botletle verrät sich das Vorhandensein der Schwelle durch das felsige Bett im Bereich des Chalcedonsandsteins, in den sich der Fluß nur wenig eingeschnitten hat. Um so mehr hat er sich aber in dieser Region seitlich ausgebreitet.

Parallel der Erhebung des Chansefeldes und Ngamirumpfes verläuft die Hainaschwelle, markiert durch die Erhebungen des Hainafeldes, der ¹Audji und des Rückens von ¹Gagam. Man kann sie vielleicht als eine Abzweigung der ²Oas-Viktoriaschwelle ansehen. Vielleicht ist es kein Zufall, daß in südwestlicher Verlängerung dieser Schwelle am Epukiro gerade das letzte bekannte Gestein vorkommt, bei Sandpits nämlich.

Die Fortsetzung der Bodenschwelle über den Botletle hinaus ist nicht mit Sicherheit zu verfolgen. Für ihr Vorhandensein spricht jedoch einmal die Beschaffenheit des Sandfeldes. So furchtbaren Sand ohne Vleys, ohne Flußbetten, bedeckt mit entsetzlichem Buschwald findet man gerade auf mit Sand bedeckten Bodenschwellen. Sodann liegen die Tschenambahügel in der Verlängerung der Schwelle nach N.O. und südlich von ihnen ein Flußbett mit felsigen Ufern.

Zweifelles vorhanden ist die Schwelle südlich des Sambesi. Das mittlere Madenassafeld steigt ja bis Kybykas Pan langsam bis auf 1077 m, dann aber schnell auf 1200 m an. Daß diese Schwelle sich nach W.S.W. zu den Tschenambahügeln fortsetzt, ist eine berechtigte Vermutung.

Die Bodenschwelle geht, in vereinzelte Plateaus aufgelöst, die mit Kalahari-sand bedeckt sind, bis zum Sambesi und über ihn hinaus, und sie ist es, die dieser Strom an den Viktoriafällen durchbricht. Im weiteren Verlauf nach N.O. lehnt sie sich an das Batekahochland an.

Ob und inwieweit diese Schwelle geologisch eine Einheit bildet, werden wir später sehen.

Die ²Oas-Viktoriaschwelle setzt sich südlich des Sambesi nach Osten hin in das Hügelland am Gwai fort und tritt damit mit dem Matabelehochland auch südlich des Sambesi in Verbindung.

Aber wie eine tiefe Bucht verlängert sich die Ebene des Makarrikarribeckens in der „Gwaypforte" nach N.O. hin, erreicht anscheinend in gleichmäßiger Abdachung das Gwaital und dürfte dann in den Graben der Matebelaschichten übergehen. (Vergl. S. 73.)

Das Innere des Makarrikarribeckens ist eine Ebene, von der aus

zu den sie umgebenden Bodenschwellen allmählich oder stufenförmig ansteigende Gehänge führen.

In diese Ebene sind die Salzpfannen eingesenkt, rundliche und langgezogene Becken, die einige Meter unter dem allgemeinen Niveau liegen und zeitweise unter Wasser stehen. Bei Besprechung der Flußläufe wollen wir sie näher betrachten.

Die Gehänge, die zu den Randschwellen des Beckens gehören, sind verschiedenartig gestaltet. Im Madenassasandfeld steigt eine mit langen W.-O.-streichenden Sandwellen bestandene Fläche anscheinend ziemlich gleichmäßig an bis zur Kybejka Vley, dann folgt ein ca. 130 m rel. hoher Wall, der die Wasserscheide gegen den Sambesi bildet.

Nach der Gwaipforte zu senkt sich die Ebene des Beckens möglicherweise allmählich, wenn auch lokal durch Sandmassen entgegengesetzte Niveaudifferenzen erzeugt werden können. Auffallend ist aber der Lauf des Nata, der entschieden in die Ssoapfanne geht.

Auf der S.W.-Seite des Beckens muß dagegen ein allmähliches Ansteigen der Ebene in südwestlicher Richtung am Epukiro entlang erfolgen. Komplizierter ist der Aufbau auf der S.O.-Seite. Eine niedrige Stufe scheint bereits bei Ntschokutsa und südlich von Pompi — Kiriahügel — die Ebene der Salzpfannen zu begrenzen, eine zweite folgt vor Tlakani und zwei andere vor Malatschuaï. Dann ist die Sandfläche bis jenseits Lechachana anscheinend recht eben. Ca. 20 Kilometer westlich des Plateaurandes bei Leale beginnt aber eine deutliche Steigung, die trotz der Einförmigkeit der Sandoberfläche auch ohne Instrumente für den Reisenden deutlich bemerkbar ist. Ich schätze die Steigung bis zum Rand auf 100 m, d. h. 1 : 200 Steigung; sie mag aber noch bedeutender sein. Am Nordrand des Plateaus bei Mohissa nimmt ja die Höhe desselben gegen den Plateaurand — also von Mungungwe nach Mohissa — auch zu, und zwar ungefähr um 100—150 m.

Auf dem Wege von Mohissa nach den Salzpfannen ist die Makweebene anscheinend ein welliges Gebiet mit Niveaudifferenzen bis zu 100 m. Bei Dinokana beginnt aber mit 140 m hoher steiler Stufe das eigentliche Salzpfannenbecken.

Über die Maklautsipforte sind wir nicht orientiert. Man kann nur als sicher annehmen, daß zwischen dem Plateau Dinokana-Mohissa und dem Matabelehochland eine Senkung liegt — wie tief dieselbe ist und wie geformt, wissen wir aber nicht.

Der Ostrand der Ssoapfanne wird nach *Holubs* Karte durch einen Rand gebildet, über dessen Höhe er keine Angaben macht. Daher wird er wohl nur unbedeutend sein. Dann folgt aber nach Osten hin eine ansteigende Ebene, in der zuerst isolierte Granithügel beginnen. Weiterhin entwickelt sich das geschlossene Matabelehochland.

Die Meereshöhe des Beckens und seiner Randschwellen wird durch folgende, annähernd richtige Werte illustriert:

Becken der Salzpfannen	ca. 900 m
Bodenschwelle südlich Daka	„ 1200 m
Dinokana	„ 1035 m
Makweebene	rund 1200 m
Lealeplateau	ca. 1350 m

Aus diesen Zahlen kann man ersehen, daß das Makarrikarribecken eine flache Einsenkung ist, deren größter Höhenunterschied nur ca. 450 m erreicht.

2) Das Okavangobecken.

Viel komplizierter geformt als das Makarrikarribecken ist das Okavangobecken.

Den Südrand bildet teilweise die ²Oas-Viktoriaschwelle. Am Ngamisee tritt das Gestein des Ngamirumpfes direkt an den Uferrand, dann folgt nach N.O. eine deutliche Sandböschung an dem Mababesumpf entlang, auf die nach Osten hin wahrscheinlich eine Gesteinsschwelle folgt.

In westlicher Richtung zieht sich der Gesteinsrand des Ngamirumpfes vielleicht bis zum Mündungsgebiet der Groot Laagte hin. Weiterhin ist der jedenfalls nicht nachweisbar und dürfte sicher an dem Abhang an der Blaubuschpfanne fehlen. Dort scheint vielmehr die Ebene des Okavangobeckens nach S.W. hin in ganz derselben Weise allmählich anzusteigen, wie das Makarrikarribecken am Epukiro entlang. Wo wir die Groot Laagte kreuzten, tritt in ca. 1160—1170 m Meereshöhe anstehendes Gestein zutage, und dieser Punkt dürfte schon außerhalb des Beckens liegen, während der schnelle Abfall des Sandfeldes von der Laagte ²Amaku bis Genukai um 80 m vielleicht auf das Vorhandensein einer Bodenschwelle daselbst hinweist.

Der Nordrand des Okavangobeckens wird äußerlich durch einen langen 20—30 m hohen Sandrand recht scharf gebildet. Sein Verlauf ist mit annähernder Genauigkeit bis zum Okavango und zwischen diesem und dem Kwando zu ziehen, seine Fortsetzung bis zum Sambesi jedoch theoretisch; denn bekannt sind nur die beiden Endpunkte des Sandplateaus am Kwando und Sambesi. Jenseits der Katima Moliloschnellen des Sambesi verläuft der Sandrand sicher auf der Nordseite dieses Flusses bis zu den Viktoriafällen.

Das Gesteinsskelett des Sandplateaus ist nun freilich nicht so einfach gebaut, im Gegenteil recht kompliziert und noch wenig bekannt. Wir wollen wenigstens einen Versuch machen, ein System in die Einzelbeobachtungen zu bringen.

Die Otavi-Gonyeschwelle. Vom nördlichen Damarabergland springt eine Halbinsel in das Sandmeer der Kalahari nach O.N.O. vor, die Otavihalbinsel. Diese setzt sich aus der Outjo-Sandsteinterrasse, dem Waterberg und dem Otavikalksteinland zusammen. Von diesem Bergland scheint eine Bodenschwelle nach O.N.O. zu ziehen. Solange der Omuramba u Omatako nämlich an dieser hypothetischen Schwelle entlang fließt, ist sein Bett versandet. Sobald er aber, nach N.N.W. gewandt, sie kreuzt, ist sein Bett sandfrei, hat harten Boden und zahlreiche Wasserplätze. Sollte der Fluß hier eine Stufe mit genügend steilem Gefälle herablaufen, so daß er imstande war, den Sand fortzuschaffen?

In direkter Verlängerung dieser hypothetischen Schwelle erreicht man den Okavango im Gebiet einer wichtigen Stelle, der Kataraktenzone von Andara. In zahlreichen Schnellen jagt hier der Fluß einen Gesteinshang hinab, den er mit letztem Sprung an den Popafällen verläßt.

Verbindet man die ersten Stromschnellen oberhalb Andara — Maturu Rapids der Karte von *Gibbons* — mit der Stelle, wo die Kataraktenzone von Gonye am Sambesi beginnt und das breite Zentraltal endet, so liegt diese Linie

a) parallel dem Sandrand, der das Okavangobecken im Süden begrenzt,
b) annähernd in der Verlängerung der hypothetischen Otavi-Gonyeschwelle,
c) am Kwando genau da, wo das relativ schmale Bett beginnt und der breite Kututetasumpf endet.

Wir haben also auf dieser Zone am Okavango und Sambesi ein enges, an Stromschnellen reiches Bett, am Kwando aber wenigstens einen relativ eingeengten Strom.

Sollten alle diese Beziehungen zufällig sein? Könnte nicht eine lückenhafte Bodenschwelle von Otavi nach O.N.O. bis zum Sambesi verlaufen?

Im östlichen Barotsesandfeld erwähnt *Reid* in den Nebenflüssen des Sambesi — Matschili u. a. — lokal Felsboden. Auch der Beginn dieses geologisch-tektonisch wohl bedeutsamen Punktes liegt nach *Reids* Karte auf einer wichtigen Linie, nämlich genau in der Verlängerung des Sandrandes über Katima Molilo nach N.O. hinaus.

Ich möchte also glauben, daß eine Reihe von Erhebungen, die von der Otavihalbinsel und dem Kaukauplateau ausgehen, sich mit Unterbrechungen in O.N.O.-N.O.-Richtung hinziehen, über den Okavango, Kwando und Sambesi hinaus. Die Senkungen zwischen den Erhebungen und diese selbst sind mit Sand bedeckt, und das Gestein letzterer kommt nur in Flußtälern zum Vorschein, über den Senkungen aber gar nicht. In breiter Fläche außerhalb der Flußbetten finden wir es nur im Otavigebiet und ferner isoliert im Kaukaufeld und in den Tschorilobergen.

Die Wasserscheide zwischen Matschili und Kafue besteht nach *Reid* aus Sand und hat nach *Bertrand* eine Meereshöhe von 1290 m, also etwas höher als die Plateaus in der Gegend von Daka.

Wir dürfen diese Wasserscheide als die N.O.-Grenze des Okavangobeckens annehmen.

Die Kankuschwelle. In dem Okavangobecken liegt eine Reihe noch recht wenig bekannter Erhebungen, die nach den in dem mittleren Teil gelegenen Hügeln Kankuschwelle genannt sein mögen. Sie bestehen in dem Plateau von Chat ²Garra, den Gubatsa-, Kauku- und Ngwa-Bergen, sowie in dem von letzterem auslaufenden Rücken, der den Unterlauf des Kwando begrenzt. Im einzelnen sind wir aber über die Beschaffenheit dieser Schwelle nicht orientiert, selbst kartographisch ist sie nur recht mangelhaft bekannt und, wie wiederholt erwähnt, ist es möglich, daß sie vom Madenassasandfeld durch eine Niederung getrennt ist, die sich von dem Mababesumpf nördlich der Tschenambaberge zum Sambesi fortsetzt.

Die Niveauverhältnisse des Okavangobeckens werden durch folgende Höhenzahlen veranschaulicht:

Kwando, Mündung in den Sambesi ca.	940 m
Kapinga . . . . „	1000 m
Ngamisee . . . . „	945 m
Naka a letschwi . . . . „	950 m
Namaquapfanne . . . . „	950 m
Omdrai . . . . „	1010 m
Blaubuschpfanne . . . . . . „	1030 m

Diese Zahlen zeigen, daß zwei Depressionen existieren, der Ngamisee und das Sambesital oberhalb der Viktoriafälle. In einer dritten Depression, die annähernd dieselbe Höhe wie der Ngami haben dürfte, liegt der Mababesumpf. Die hydrographischen Verhältnisse des Okavangobeckens weisen deutlich auf diese lokalen Niederungen hin. Folgende Höhen besitzen die Schwellen.

Der Südrand des Okavangobeckens:

Dakaplateau . .	ca. 1200 m
Ngamiborst .	1000—1100 m
Groot Laagte . .	1160 m
²Ganua	1130 m
²Amaku Laagte . .	1080 m
Gonukai	1030 m

Der Nordrand des Okavangobeckens:

Hakobis . . .	1070 m (?)
¹Gam	1100 m (?)
²Garu	1200 m
⁴Kai⁴kai . . .	1070 m
Tsumkwe . . .	1090 m
Sodanna . . .	1060 m
Gatscha . . .	1030 m
Jil²noa . . .	1030 m
Andara	1060 m

III. Das Becken des tropischen Sandfeldes.

Den Südrand dieses dritten Beckens haben wir in der Otavi-Gonye-Schwelle kennen gelernt. Auf diese folgt nach Norden hin ein Sandfeld, das sich als ununterbrochene Fläche von dem Beginn des Ovambolandes an dem Küstengebirge bis zur Wasserscheide gegen den Kafue hinzieht und wahrscheinlich auch im Gebiet dieses Flusses weit verbreitet ist. Gestein tritt nur auf dem Boden mancher Flüsse und auch dort oft nur streckenweise zutage.

In welcher Weise das Sandfeld gegen das Küstengebirge von Benguella und die Wasserscheide des Kongo endet, ist nur in wenigen Fällen sicher bekannt. Es scheint überall allmählich gegen das Bergland anzusteigen und dann letzteres mehr oder weniger unvermittelt zu beginnen. So ist es wohl am Schellagebirge und am Batschibokweplateau im Quellgebiet des Lungwebungwe und Luina, sowie an der Wasserscheide zwischen Sambesi und Lualaba. Aber kartographisch auch nur mit annähernder Genauigkeit die Ebene gegen das Bergland der Wasserscheiden abzugrenzen, ist noch nicht möglich.

Die Ostgrenze wird durch das Kafue-Loangwa-Plateau gebildet, das sich, wie wir wissen, vom Batokahochland direkt nach N. hinzieht und auf dem der Kafue fließt. Das genannte Plateau (ca. 1200 m) senkt sich anscheinend allmählich nach W. (bis ca. 1000 m), und auf diesem Abhang fließen die Nebenflüsse des Sambesi — Matschili u. a. — im östlichen Barotsesandfeld hin.

Obwohl das tropische Sandfeld drei verschiedenen, gut abgegrenzten Flußgebieten angehört, ist man vorläufig kaum berechtigt, es entsprechend den Flußgebieten in mehrere Becken zu gliedern. Denn soweit bekannt, sind die Wasserscheiden zwischen jenen keineswegs besonders ausgeprägt.

Die Höhenverhältnisse des Kunenegebiets werden durch folgende nur annähernd richtige Zahlen charakterisiert.

Quellgebiet des Kunene auf *S. Pintos* Route	1538 m
Mittellauf auf *Baums* Route	1300 m
Humbe	ca. 1117 m
Etosabecken	ca. 1020 m
Wasserscheide gegen den Kubango *(Baum)*	1420 m

Über die Höhenverhältnisse des Kubangogebiets geben folgende Zahlen eine Vorstellung.

Quellgebiet auf *S. Pintos* Route	1579 m
Kubango, 15° s. Br. *(Baum)*	1328 m
Kuimarva, 18° s. Br. (an der Umbiegung nach O.)	1170 m
Andara	1060 m
Kwito, Quellgebiet bei Belmonte, Bihé *(Pinto)*	1681 m
Kwito, 15° s. Br. *(Baum)*	1231 m
Kwito bei Onjimba, 17° s. Br. *(Baum)*	1166 m

Im allgemeinen niedriger liegt das Gebiet des Kwando-Sambesi.

Kwandoquelle *(Pinto)*	1362 m
Wasserscheide am Dilolosee *(Lemaire)*	1210 m
Nyengoebeno *(Pinto)*	1012 m
Lialui *(Pinto)*	1018 m
Kwandomündung *(Pinto)*	940 m
Viktoriafälle *(Pinto)*	795 m

Die Karte von *Gibbons* enthält zahlreiche Höhenangaben in Fuß, allein ihre Zuverlässigkeit ist nicht bekannt. Daß sie nur ganz annähernd richtig sein können, geht schon allein aus der Tatsache hervor, daß die Kwandomündung höher liegen soll, als Andara.

B) Die hydrographischen Verhältnisse.

Die hydrographischen Verhältnisse der mittleren und nördlichen Kalahari sind verhältnismäßig einfach, sobald man sich damit begnügt, die heutigentags wasserführenden Ströme zu schildern. Allein dieses Kapitel wird sehr kompliziert und schwierig, aber auch sehr interessant, sobald man alle diejenigen Gebilde ins Auge faßt, die ihre Entstehung fließenden oder stehenden Gewässern verdanken. Diese Gebilde sind mit dem Hauptproblem, das diese unwirtliche Steppe bietet, so untrennbar verknüpft, daß sie im Rahmen dieser Darstellung einen gebührenden Raum beanspruchen dürfen. Wir wollen sie zunächst rein morphographisch betrachten.

Die verschiedenen Formen der Oberfläche, die auf Wasserwirkung in irgend einem Sinne zurückzuführen sind, gliedern sich in drei Gruppen:

a) Flußläufe als Wege des fließenden Wassers;
b) Ebenen und Seen als Ansammlungen stehender Gewässer;
c) Wasserplätze als lokale, vorübergehende oder dauernde Gebilde.

a) Die Flußläufe.

Äußerungen fließenden Wassers finden sich in sehr wechselnder Zahl und Größe. Man findet alle Übergänge von Strömen, die zu den gewaltigsten und wichtigsten Afrikas gehören, bis zu kleinen unscheinbaren Rinnen oder flachen Vertiefungen, denen man es gewiß nicht mehr ansieht, daß sie durch fließendes Wasser erodiert worden sind, zumal sie vielleicht viele hundert Kilometer von jedem Fluß entfernt liegen. Man kann alle diese Betten in 3 Kategorien teilen, indem man ihren Wassergehalt und die Ausbildung der Betten als maßgebend betrachtet, nämlich:

α) Flußbetten mit dauernd fließendem Wasser;
β) Flußbetten mit periodisch fließendem Wasser;
γ) trockene Flußbetten.

Freilich ist diese Einteilung keine scharfe. Übergänge verbinden die verschiedenen Typen, und mitunter gehört sogar ein Teil eines Flußlaufs diesem, ein anderer Abschnitt jenem Typus an. Wir befinden uns außerdem in der Kalahari in einem Stadium lebhafter negativer Bewegung, d. h. der Wasserabnahme oder mindestens der Schwankungen im Wasserreichtum, und die Darstellung von heute mag in 100 und weniger Jahren schon gar nicht mehr zutreffend sein.

α) Flußbetten mit dauernd fließendem Wasser.

Nur drei selbständige Ströme mit einer Anzahl ihrer Nebenflüsse gehören hierher, der Kunene, Okavango und Sambesi-Kwando. Alle drei Ströme und ebenso ihre wasserführenden Nebenflüsse entspringen ausschließlich auf den Höhenzügen, die die nördliche Kalahari von dem Stromgebiet des Kongo und Kwansa trennen. Das Quellgebiet keines dieser Flüsse liegt südlich des 15 ° s. Br.

Von dieser Regel haben wir nur zwei wohlbegründete Ausnahmen, nämlich den Gwai und den Luéssi. Beide gehören eigentlich nicht der Kalahari an, denn der Gwai berührt höchstens den nordöstlichsten Zipfel des Sandfeldes, der Luéssi aber fließt in einem Erosionsgebiet, das zum Sambesi gehört, und liegt ganz in felsigem Terrain. Außerdem stoßen die feuchten Ost- und Nordostwinde gerade auf den zerklüfteten Rand der Schwelle südlich von Daka. Daher fällt dort wohl besonders viel Regen.

Wir wollen nun die einzelnen Ströme betrachten, um einige gemeinsame Gesichtspunkte zu gewinnen.

Das Kunenesystem.

Der Kunene entspringt auf der Ostseite des Schellagebirges, fließt anfangs nach S., dann nach W., um in großen Wasserfällen das Küstengebirge zu durch-

brechen. Als Nebenflüsse sind zu erwähnen der Kakulewar von rechts, der Tschitanda oder Kalunga von links. Das Bett des Kunene scheint vorwiegend felsig zu sein, obwohl er meist in einem Sandfeld fließt und oft breite Überschwemmungszonen hat.

Merkwürdig ist am Kunene die Bewässerung des Ovambolandes, die ja zur Flutzeit des Kunene erfolgt, indem aus dem Bett dieses Stromes Omurambas ausgehen, die im Ovamboland ein Netzwerk bilden und schließlich die abflußlose Etosapfanne erreichen.

Der Kunene hat also die Stellung eines Mühlbachs, der künstlich von einem Fluß aus am Abhang eines Berges entlang geleitet wird und so auf einer schiefen Ebene in unnatürlicher Weise entlang, anstatt hinab fließt. Auf das interessante Problem der Entstehung solcher Lage wollen wir noch eingehen (Kap. XXXVII).

Okavango nud Sambesi.

Diese beiden Flüsse und ihre Hauptnebenflüsse haben einige gemeinsame Züge, seien also hier gemeinsam besprochen. Die hauptsächlichsten Nebenflüsse sind der Kwito zum Okavango, der Kwando, Lungwebungwe und Kabompe zum Sambesi.

In dem Lauf aller dieser Ströme lassen sich zwei, in dem der drei größten fünf Zonen unterscheiden.

a) Die erste Zone liegt im Quellgebiet, wo die Flüsse bis auf das Grundgestein eingeschnitten sind, z. B. am Kubango, Kwito, Kwando und Lungwebungwe. Es fehlt im Bereich des Dilolosees, tritt aber am Sambesi und Kabompe oberhalb der Vereinigung beider auf. Noch weiter östlich ist es nicht bekannt.

b) Die zweite Zone stellt den Boden des Beckens der nördlichen Kalahari vor. Die Flüsse erreichen nirgends festes Gestein, wohl aber ist der Okavango und der Sambesi in Kalktuff eingeschnitten. Ob derselbe auch am Kwito und Kwando auftritt, ist nicht bekannt.

Entsprechend dem Verlauf der Gesteinsvorkommen ist die Beckenebene in dem Gebiet des Kwando-Nyengo-Lungwebungwe am breitesten, am Sambesi aber anscheinend am schmalsten.

Innerhalb des Beckens hat der Sambesi noch eine Reihe von Flüssen mit dauerndem Wasser, z. B. den Luanginga, Nyengo, Luina, Lumbi u. a. Sie entspringen alle anscheinend im Sandfeld selbst und enden auch in demselben. Sehr bemerkenswert ist es, daß sie durchweg einen konvergierenden Fächer bilden, denn sie münden in den Sambesi oberhalb des Beginns der dritten Zone. Weniger ausgeprägt ist der Fächer am Kwando, noch weniger am Okavango, aber keiner dieser drei großen Flüsse — Sambesi, Kwando, Okavango — erhält nach dem Verlassen der zweiten Zone noch Flüsse mit dauerndem Wasser.

Eine andere Eigentümlichkeit der Flüsse ist die Stauung beim Verlassen der zweiten Zone. Die Flüsse werden auffallend breit, sumpfige Niederungen und Schilfsümpfe begleiten ihre Ufer. Diese Erscheinung ist am Okavango am ausgesprochensten, aber auch am Kwando und Sambesi deutlich vorhanden. Stauung, sowohl wie Fächerbildung werden durch die Otavi-Gonyeschwelle verursacht.

c) Die dritte Zone. Nur die drei größten Flüsse sind imstande, die genannte Schwelle zu erreichen und sie zu durchbrechen. Innerhalb derselben bilden Sambesi und Okavango eine Kataraktenzone, der Kwando dagegen fließt nur in einem relativ engen Bett; Gestein wird von dort nicht erwähnt.

Eigentümlich ist das Verhalten der Kataraktenzone von Andara zu dem umgebenden Sandfeld. Letzteres liegt nämlich tiefer als das felsige Bett des Flusses — Andara 1060 m, Jil[2]noa 1030 m. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als das [2]Kungfeld gerade den Eindruck eines alten Sumpflandes macht, das den Okavango bei Niangana nach S.O. mit dem Okavangobecken verband.

Warum hat sich der definitive Hauptarm des ehemaligen Sumpflandes gerade auf einem Berg eingeschnitten? Das Problem ist ähnlich dem, das uns der auf schiefer Ebene eingeschnittene Kunene bietet. Wir wollen beide später behandeln.

Innerhalb der dritten Zone erhält der Okavango keinen, der Kwando einen trockenen — Luiana —, der Sambesi von N.O. her mehrere Zuflüsse, nämlich den Lui, Kakendji, Lumbi und Njoko. Keiner scheint ein Fluß mit dauerndem Wasser zu sein.

d) Die vierte Zone. Mit dem Verlassen der Bodenschwelle beginnt die Zone des Okavangobeckens. Nun tritt genau das Gegenteil von dem ein, was bei dem Verlassen des Beckens der nördlichen Kalahari geschah, nämlich die Entwicklung divergierender Fächer. Die drei Flüsse verhalten sich gleichfalls genau umgekehrt, wie oberhalb der Schwelle, d. h. der Sambesi hat kaum einen Fächer, der Kwando dagegen erweitert sich nicht nur zu einem mächtigen Schilfsumpf mit vielen Armen, sondern sendet auch viele Arme nach S.O. und N.O. aus, den Ssonta und Kandchy, den Kaschanga und Ngambe.

Am großartigsten ist der Fächer aber am Okavango mit den drei Armen Tauche, Tso und Sseliuda, die wir ja eingehend kennen gelernt haben. Auch diese Flüsse breiten sich, wie der Kwando, zu großen Schilfsümpfen aus.

e) Die fünfte Zone. Nun beginnt aber die dritte Bodenschwelle, die ²Oas-Viktoriaschwelle. Die Flüsse verhalten sich diesem Hindernis gegenüber verschieden. Der Sambesi durchbricht, mit dem Kwando vereint, die Bodenschwelle in tiefer Schlucht und mit einem der größten Fälle der Erde. Von den Okavangoarmen geht der Sselinda bekanntlich zum Kwando, beteiligt sich also an dem Sambesidurchbruch. Der Tauche verliert sich heutzutage in dem Becken, erreichte aber vor 10 Jahren noch den Ngamisee und floß vor nicht sehr langer Zeit, d. h. wohl einigen hundert Jahren, wahrscheinlich durch den Ngamifluß zum Makarrikarribecken ab.

Heutzutage durchbricht der Boro allein die Schwelle, aber seine Fortsetzung, der Botletle, ist schon kein energisch fließender Strom mehr, sondern nur noch ein passiver Abzugskanal, der zur Flutzeit gefüllt wird, in dem das spärliche Wasser sonst aber stagniert.

Der Matschabe, der andere Arm des Tso, hat aber schon längst nicht mehr die Kraft, den einstmals wahrscheinlich vorhandenen Abfluß zum Kwando — oder Sambesi? — zu forzieren. Er versiegt in dem Mababebecken, das er nicht einmal mehr auszufüllen imstande ist.

Der Botletle endet im Salzpfannenbecken. Ein kontinuierlicher Wasserfaden ist während der Trockenzeit sicher bis Patis Dorf vorhanden, aber zwischen Ntschokutsa und Kubi fand *Chapman* bereits in seinem Bett nur noch vereinzelte Salztümpel.

So sehen wir denn zwei große Flußsysteme die nördliche Kalahari durcheilen. Der eine verläßt als stattlicher Strom das Sandfeld mit einem majestätischen Fall, der andere dagegen bietet uns das Bild eines absterbenden Flusses, dessen Kraft sich bricht und erschöpft an den zahllosen Widerständen, mehr und mehr an Terrain verliert, zurückgedrängt wird und schließlich endet, ohne sein Ziel zu erreichen.

Dieses absterbende Flußsystem ist nur ein Beispiel unter vielen, vielen andern, die das gleiche Schicksal durchgemacht haben, die jetzt tot und verlassen daliegen, oft kaum noch ihrer Natur nach erkennbar sind.

Diesen wollen wir uns jetzt zuwenden.

β) Flußbetten mit periodischem Wasserlauf.

Eine große Zahl von Flüssen führt nur während der Regenzeit fließendes Wasser. In der Trockenzeit versiegt es dagegen teilweise oder ganz. In anderen

Fällen treten nur unter ganz besonderen Umständen vorübergehend Fluten auf. Übergänge aller Art finden sich, nur der Herkunft des Wassers nach kann man die Flußbetten in zwei Typen teilen, einmal solche, deren Wasser lediglich aus Niederschlägen stammten, sodann solche, die von der Hochflut anderer Ströme abhängen.

Typus 1. Flüsse, die vorübergehend durch Niederschläge geschwellt werden, finden sich am zahlreichsten in der nördlichen Kalahari. So sind anscheinend alle Flußbetten, die den Sambesi im Bereich der Genyeschwelle und im Okavangobecken vom Norden her erreichen — vom Matschili ist es sicher — während der Trockenzeit mit sumpfigen Partieen erfüllt, soweit sie Sandboden haben, dagegen haben sie fließendes Wasser auf Felsboden. Während der Regenzeit sind sie stattliche Wasserläufe. Auch der Nata gehört hierher.

Zahlreiche andere sind während der Trockenzeit ganz leer, während der Regenzeit jedoch teilweise mit fließendem Wasser gefüllt. Dahin gehören zahlreiche Omurambas des Barutse-Kubango-Knneue-Sandfeldes, z. B. der Omuramba Eware, Habungo, wohl auch der Büffelomuramba, der zum Okavango geht.

In früherer Zeit gehörte auch regelmäßig hierher der Omuramba u Omatako und Omuramba u Ovambo, also die Omuramba, die vom Damarahochland kommen, resp. in dessen Nähe liegen.

Andere wiederum haben nur ausnahmsweise nach ganz besonderen Niederschlägen vorübergehend und streckenweise fließendes Wasser, z. B. der Epukiro, Okwafluß, früher der Apato, Makoko. Ob Groot Laagte, Schadum, ²Kaudum und andere große Flußbetten heutzutage noch in manchen Jahren „abkommen“, ist nicht bekannt, aber wahrscheinlich. Der Schadum mit seinem zum großen Teil harten Boden machte doch den Eindruck, als ob ihn zeitweilig eine Flut reinfege.

Sicher ist es, daß die genannten großen Flußbetten nach starken Regen mindestens stellenweise unter Wasser gesetzt werden und stehende Teiche enthalten.

Ob die Betten des Madenassafeldes manchmal fließendes Wasser führen, ist nicht bekannt.

Typus 2. Eine andere Klasse von Flüssen führt periodisch Wasser während der Hochflut der großen Ströme, hängt also selbstverständlich mit jenen zusammen und findet sich in den Randgebieten der Sümpfe, die jene bilden. Im Tauchegebiet haben wir sie in großer Zahl kennen gelernt, der Ssireë, der Ssonta und vielleicht auch jetzt dauernd der Sselinda gehören hierher.

Bei diesem Typus wollen wir auch andere Flußbetten erwähnen, die ebenfalls durch die Hochflut gefüllt werden. Das sind die Mündungen trockener Flußbetten, die in ein Sumpfland oder einen Fluß mit Hochflut münden. Beispiele hierfür sind der ²Kaudum (²Nammassere), Schadum und Mohanka, auch der Ngamifluß gehört hierher. Sehr ausgeprägt ist diese Erscheinung auf dem Westufer des Kwando innerhalb des Mabulasandfelds.

Eine Mischung zwischen Typus 1 und 2 findet sich im Ovamboland. Die Omurambas daselbst werden einmal durch den Regen, sodann aber durch die Flut des Kunene gefüllt. Welcher Faktor der stärkere ist, läßt sich vorläufig nicht sagen. Bei der Nähe der regenreichen Gebirge des Quellgebiets dürfte die Hochflut im Kunene ziemlich frühzeitig einsetzen und noch in die Regenzeit fallen.

γ) Trockene Flußläufe.

Von den nur selten fließenden Betten zu den dauernd trockenen ist es nur ein Schritt. Ja, eine scharfe Trennung ist bei der geringen Kenntnis großer Landstrecken überhaupt unmöglich. Wäre nicht die eine Notiz von *Livingstone* über den Makoko, von *v. François* über den Apato, wir würden nicht wissen, daß

jene Flußbetten noch vor 100 Jahren zuweilen Wasser geführt haben. Von den meisten Flußbetten haben wir aber überhaupt keine Nachrichten.

Die trockenen Flußbetten nun sind einander durchaus nicht gleichwertig. Es gibt solche, die noch sehr wohlerhaltene Talgehänge und -böden haben, sich weithin verfolgen lassen und wenig Spuren des Verfalls zeigen. Andere sind ganz rudimentär, verwaschen, versandet, ja derartig mit Sandmassen verstopft, daß rückläufige Bewegung des Regenwassers beobachtet worden ist, wie im Omuramba u Omatako. In andern Fällen sind in den Sandfeldern Niederungen zu beobachten von Flußbettform, aber so undeutlich, daß man nur auf Grund mannigfaltiger Übergänge zu der Vorstellung gelangt, sie seien letzte Reste alter Flußbetten.

Die Verteilung der trockenen Betten ist wichtig und charakteristisch. Im Nordosten sind die zahlreichsten und deutlichsten Betten vorhanden, je weiter man nach S.W. kommt, um so undeutlicher und spärlicher werden sie.

Das [2]Kungfeld ist ein Sandfeld mit einem Gewirr sehr gut erhaltener Betten, denselben Charakter hat das Mabulafeld, ferner das Oschimpolo-Sandfeld zwischen Kubango und Kuneno. Im Osten dürfte dagegen das Madenassafeld dem [2]Kungfeld ähneln.

Gehen wir von dieser Zone aus nach S.W., so nehmen die Flußläufe an Zahl ab. Nur große Betten sind deutlich erkennbar, daneben zahlreiche langgestreckte und flußbettartige Niederungen in dem Sandfeld zwischen den großen deutlichen Betten. Schließlich sind die Umrisse dieser Niederungen noch viel mehr verwischt und als Flußbetten gar nicht mehr erkennbar.

Ein ähnlicher Wechsel macht sich am Westrand des Tauche geltend. Das von Flußbetten und Sandhügeln erfüllte trockengelegte Sumpfland geht Schritt für Schritt in das Sandfeld der Kalahari über.

W e l l e n t ä l e r. Unter diesem neutralen Namen möchte ich eine Klasse von Tälern zusammenfassen, die in der Literatur wiederholt in einen gewissen Gegensatz zu Flußbetten gestellt werden, nämlich die langen, oft nur wenige hundert Meter breiten Furchen zwischen langen parallelen Sandwellen. Daher die Bezeichnung Wellental.

Nach *Gibbons* durchziehen Sandwellen und -Täler das östliche Barutsefeld in S.O.-N.W.-Richtung, die Flußläufe gehen quer zu diesen von N.O.-S.W. *Jotka* beschreibt die W.-O.-streichenden Wellentäler aus dem Sandfeld zwischen Kunene und Kubango, ebenso *Andersson*. Die großen Omuramben wie [1]Gaudum u. a. durchsetzen sie in schräger Richtung. Nach *Hartmanns* Darstellung beherrschen gleichgerichtete das Ovamboland; die N.-S. verlaufenden Flußtäler erwähnt er gar nicht. Im Madenassafeld liegt *Chapmans* „bente Veldt“ in den Wellentälern, die „Bults“ sind die Sandwellen. Die Stellung, Verbreitung und Zahl der r i c h t i g e n Flußbetten geht weder aus seiner, noch andern Darstellungen hervor. Anscheinend werden die Wellentäler häufig einfach Flußbetten genannt, z. B. das von Tamasetse.

Eine sehr große Rolle spielen die Sandwellen in der Südwestecke der südlichen Kalahari nördlich des Oranje und östlich des Groß-Namalandes. Zwischen ihnen liegen Täler mit hartem Boden, die Straaten, und die Brackpfannen.

Versuchen wir in den selbst beobachteten Gebieten ähnliche Wellentäler zu erkennen, so können wir zunächst an das Sandfeld zwischen Toting und Kwebe denken, sodann an die Niederungen, die dem Schadum parallel laufen, ferner an die Niederungen und Wellen parallel dem Bainestal. Die Wellen des Ngamirumpfs schienen mit Sand überschüttete Gesteinswälle, die andern Flußläufe zu sein. Wir müssen aber feststellen, daß so scharf ausgeprägte, so regelmäßige, so gut erhaltene parallele Sandwellen und -Täler, wie weiter nördlich und südlich, in unsern Gebieten nicht beobachtet wurden. Es ist unmöglich, ohne genauere kartographische und geologische Aufnahmen und ohne Beobachtungen über

Niveauverhältnisse, Windrichtungen usw. die interessante Frage zu entscheiden, ob die Sandwellen und Wellentäler fließendem Wasser oder Winden ihre Entstehung verdanken. Sie scheinen aber in manchen Gegenden unbedingt zu den richtigen Flußläufen in deutlichem Gegensatz zu stehen, und an ihre Erklärung knüpfen sich, wie wir sehen werden, einige interessante Fragen.

Flußteilungen. Mit dem Erreichen des Okavangobeckens bilden Okavango und Kwando unter Teilung in viele Arme ein Sumpfmeer. Nun finden wir bei den trockenen Flußbetten ähnliche Verhältnisse. Der Omuramba u Omatako und der Epukiro sind gute Beispiele für diese Behauptung. Ersterer sendet den Apato zum Okavangobecken. Aus dem Apato geht eventuell ein Arm nach N.O. ab über Nausebe und den ²Kauafluß zum Tauche. Zwei kleinere Gebiete mit Teilungen der Flüsse sind die Mündungsgebiete des Apato und der Groot Laagte. Auch im Ovamboland anastomosieren nach der Karte von *Duparquet* die Omurambas wiederholt. Solche Teilungen scheinen da stattzufinden, wo ein Fluß eine Ebene erreicht, in der er sich ausbreiten kann. In anderen Fällen mögen Hindernisse, d. h. Bodenschwellen, umgangen werden, z. B. das Kaukaufeld vom Apato.

Das Quellgebiet der Omuramben. Manche der jetzt trockenen Flußbetten entspringen auf einem Bergland, ganz so wie die wasserführenden. Und zwar sind es gerade die größten Flußbetten, wie der Omuramba u Omatako, Epukiro und Okwafluß. Bei weitaus der Mehrzahl liegt das Quellgebiet aber im Sandfeld und hat zuweilen eine ganz merkwürdige Lage.

Betrachten wir einmal den ²Kandum und Schadum. Beide kommen nach allem, was wir wissen, aus dem Sandfeld, und zwar müssen die Quellen nahe dem Omuramba u Omatako liegen. Sie gehen quer von diesem großen Flußbett ab. Ganz ähnlich ist die Stellung des Omuramba u Ovambo und des Fontein Omuramba zum Omuramba u Omatako. Ist's da wunderbar, daß manche Karten, jedenfalls nach Erkundigungen bei Eingeborenen, diese Betten vom Omuramba u Omatako abgehen lassen?

Ein anderes sehr auffallendes Beispiel bietet der von *Reid* und *Bertrand* aufgenommene Matschili. Dieser Fluß endet ganz plötzlich auf einem Sandrücken, der die Wasserscheide gegen den Kafue bildet, als 100 m breites Bett! Ähnlich mag es mit den anderen Flußbetten stehen, die dem Matschili parallel laufen. Ich meine, daß ein Flußbett auf dem gewöhnlichen Wege, d. h. durch Quellen, oder in diesem Fall Regenwasser, unmöglich plötzlich als 100 m breites, gut ausgearbeitetes Bett beginnen kann. Nun betrachte man aber die Lage des Kafue im Verhältnis zum Matschili. Er kommt aus O.N.O., biegt ganz plötzlich nach S., dann nach S.O. um, und gerade auf dem Sandrücken seines rechten Ufers entspringen die genannten Zuflüsse des Sambesi.

Ganz ähnlich ist die Stellung des Lomba, Kweiu, Cembe zum Kwito. Sie entspringen nahe diesem auf dem ihn begleitenden Sandwall und geben in fast rechtem Winkel ab zum Kwando.

Das Charakteristische in der Stellung aller dieser Flußbetten ist, daß sie auf den Sandmassen eines großen Flußbettes beginnen, vielleicht alle, wie der Matschili, plötzlich mit breitem Bett. Wenn wir nun in Betracht ziehen, daß alle großen Flüsse Sandmassen an den Ufern aufgehäuft haben, nicht zum wenigsten die großen Ströme der nördlichen Kalahari, und ferner, daß das Aufdämmen von Wällen an Teilungsstellen gewissermaßen zu einem Kampfmittel der Ströme untereinander werden muß, durch das die Nebenarme abgetrennt werden und veröden, so liegt der Gedanke nahe, die auf den Wällen großer Ströme entspringenden Flußbetten für alte abgedämmte Arme zu halten. Wird diese Vermutung durch genaue Aufnahmen bestätigt, dann war einst der Kafue mit dem Sambesi oberhalb der Viktoriafälle, der Kwito mit dem Kwando, der Omuramba u Omatako mit dem Tauche (durch ²Kandum und Schadum) ver-

bunden, damals nämlich, als die großen Sandfelder noch riesige Sumpfländer und Seen waren.

b) Seen und überschwemmte Ebenen.

Seen, die von Flußläufen relativ unabhängig sind und sich durch Quellen und Niederschläge allein selbständig halten könnten, gibt es heutzutage kaum. Höchstens der kleine Dilelosee käme in Frage. Die heutigen Seen sind durchaus von Flüssen abhängig, und ebenso waren es die früheren, jetzt leeren, wie Ngami, Kumadau und Mababe. Infolge dieser strengen Abhängigkeit von Flußläufen hat man denn auch, wie bei diesen, zu unterscheiden zwischen dauernden, periodischen und trockengelegten Seen.

α) Die Flußseen mit dauerndem Wasser sind naturgemäß an die Flüsse gebunden, die beständig Wasser führen. Man kann bei diesen Flußseen zwei Arten unterscheiden.

Stauungsseen entstehen vor einem Hindernis. Heutzutage gibt es wohl keinen solchen mehr, früher gehörte der Ngami, der Mababe und wohl auch der Kumadau hierher.

Ausbreitungsseen dagegen liegen in Ebenen hinter einer Schwelle und entstehen dadurch, daß die die Schwelle in engem Bett durchbrechenden Flüsse sich in der Ebene ausbreiten. Das Okavango- und Kwandesumpfland im Okavangobecken gehören hierher. Beide sind die Reste eines ehemals viel ausgedehnteren Sumpfgebiets, dessen heutige Ausdehnung lediglich durch den Wassergehalt der Zuflüsse bestimmt wird.

β) Periodische Flußseen entwickeln sich aus den dauernden und dürften durchweg aus diesen hervorgegangen sein. Auch bei ihnen besteht der Unterschied zwischen Stauungs- und Ausbreitungsseen.

Periodische Stauungsseen begleiten alle Flüsse vor der Otavi-Genyeschwelle. Das Etosabecken, das Okavangotal oberhalb Andara, das Kwandetal und vor allem das Sambesital oberhalb der Kataraktenzone. Besonders am Sambesi ist das periodisch überschwemmte Zentraltal und die Nyengoebene sehr auffallend.

Vor der [2]Oas-Vikteriaschwelle liegt das jetzt periodisch angefüllte Becken des Ngami und Mababe, und periodisch werden auch gefüllt der Kumadau und die Becken der Salzpfannen.

Periodische Ausbreitungsseen sind vor allem im Okavangobecken entwickelt. Die ganze Ebene zwischen Sambesi und Kwande, zwischen Kwande und dem Okavangosumpfland steht während der Flutzeit unter Wasser. Auch der Tauche tritt je nach der Stärke der Hochflut verschieden stark aus und überschwemmt Teile des trockengelegten Sumpflandes.

Ein typisches Beispiel eines periodischen Ausbreitungssees bietet das Ovamboland, das teilweise von der Kuneneflut überschwemmt wird.

γ) Dauernd trockengelegte Seebecken. Ein allmählicher Übergang verbindet die periodisch überschwemmten mit den dauernd trockengelegten Seen. Wir kennen in der Kalahari eine große Zahl ehemaliger Seen. Dazu gehört z. B. vor allem das ganze Makarrikarribecken, ferner die Flächen trockengelegten Sumpflandes im Okavangobecken, die Ebenen mit Alluvialschlamm westlich des Ngami, die Ebene von Karakobis, die *Schinz* durchquerte. Ferner sind, wie wir sehen werden, die weiten Ebenen mit grauem Vleysand, sowie die Brackpfannen ehemalige Seebecken.

IV. Die Wasserplätze der Kalahari.

In den unwirtlichen Steppen der Kalahari sind die wichtigsten Stellen für Menschen und Tiere diejenigen, an denen sich Wasser findet. Hier konzentriert

sich zu gewissen Jahreszeiten die Tierwelt, Tausonde und Tausonde der großen Säugetiere drängen sich hier zusammen, und auch der Mensch wird früher noch als viele Tiere zum Rückzug auf die Wasserplätze gezwungen.

Sind dieselben von größtem praktischen Interesse, so ist ihre geologische Beschaffenheit nicht weniger interessant und vielseitig. Man kann die Wasserplätze ihrer Natur nach in 4 Kategorien teilen.

1) Flußwasser,
2) Regenwasser,
3) Grundwasser,
4) Quellwasser.

1) Flußwasser.

Die Flüsse mit dauernd und periodisch fließendem Wasser wurden bereits besprochen und sei daher hier nur auf jene Darstellung hingewiesen.

2) Regenwasser.

Während der Regenzeit sammelt sich das Wasser an vielen Stellen an, bildet Teiche, ja selbst kleine Landseen — z. B. den Onambondé. Die Niederungen mit Vleysand, die Flußbetten, Brackpfannen, Salzpfannen, Felsflächen, Gesteinskessel, Pfannenkrater und vor allem die Sandpfannen bilden gelegentlich recht unbeständige Teiche. Die Regen fallen einmal nur strichweise, sind sehr unsicher, und das Wasser trocknet durch Verdunstung bei der trockenen Luft und Resorption im Sand sehr schnell ein.

So kann man denn niemals auch nur mit einiger Sicherheit auf Wasser rechnen, und selbst während der Regenzeit sind alle diese Wasseransammlungen bald vorhanden, bald fehlen sie. Daher erhält man denn von den Buschmännern auf die Frage nach Wasser stets die Antwort — vorausgesetzt, daß der Befragte ehrlich ist — „als ich vor so und so viel Tagen dort war, war Wasser vorhanden (oder nicht), wie es jetzt steht, weiß ich nicht“.

Felslöcher mit Regenwasser von der Form der australischen „rock holes“ beobachtete ich nie. Höchstens auf Felsflächen, zwischen Schichtenköpfen bleibt Wasser stehen. In den Messeyanbergen waren auf Felsflächen bis einen Fuß lange, ovale und wohl kaum jemals fußtiefe Löcher vorhanden, die anscheinend durch Verwitterung entstanden und vielleicht rock holes im ersten Stadium der Entwicklung waren.

3) Grundwasser.

Grundwasser, in dem Sinne wie bei uns, gibt es in den trockenen Teilen der Kalahari nicht. Wohl beginnt der Sand bereits in geringer Tiefe feucht zu werden, allein man kann bis zum Grundgestein hinabgehen, ohne irgend etwas anderes, als schwachfeuchten Sand zu finden. Das zeigten die zahlreichen Schächte im Kwebegebiet, die Bohrlöcher in der Tetingbucht, in der Massarinyani- und Fischvley, das Brunnenloch im Bett der Groot Laagte. *Wilkinson* machte dieselbe Erfahrung im Bett des Molopo. Oft beobachtet sind die Fälle, in denen unter feuchtem Sand völlig trockener lag, durch eine schwer durchlässige, vielleicht nur sehr dünne Schicht getrennt.

Die Niederschläge in der südlichen und mittleren Kalahari genügen nicht, um eine Grundwasserschicht zu bilden. Das Regenwasser wird von dem Sand absorbiert und verdunstet zum größten Teil während der langen Trockenzeit. Auch die dichte Vegetation dieser Steppe verbraucht sicherlich einen großen Teil der Bodenfeuchtigkeit. Bedeckt sich doch ein großer Teil der Vegetation bereits während der heißesten und trockensten Monate mit frischgrünem Laub und Blüten. Manche Bäume, wie der Kameldorn, beginnen am Ngami bereits

im August zu grünen und zu blühen. Nur da, wo sich das Regenwasser auf relativ undurchlässigem Untergrund ansammeln kann, bleibt es bestehen, und dort findet man auch Quellen und Brunnen.

So ist's in den mittleren und südlichen Sandfeldern. In der nördlichen Kalahari ist dagegen infolge sehr viel stärkerer Niederschläge der Wasservorrat ein sehr großer. Die Flußbetten sind selbst während der Trockenzeit sumpfig, die überschwemmten Ebenen enthalten auch am Ende der Trockenzeit noch in geringer Tiefe Wasser, Sandpfannen mit dauerndem Teich sind keine Seltenheit und ebenso wasserhaltige Moore und Moraste mit schwarzem, z. T. eisenschüssigem Pflanzenschlamm und Humus.

Grundwasser ist auch in dem Alluvialgebiet des Okavangobeckens — z. B. in dem trockengelegten Tauchegebiet und Ngamisee — vorhanden, ebenso im Makarrikarribecken, und stammt natürlich von versunkenem Flußwasser ab. Man sieht jedenfalls daraus, daß es lediglich an genügenden Niederschlägen fehlt und an und für sich Grundwasser auch im Sandfeld möglich wäre.

Artesische Brunnen anzulegen wäre in der mittleren Kalahari ein vergebliches Unternehmen. Die steil aufgerichteten und zertrümmerten Schichten des Grundgesteins lassen fortlaufende Wasserschichten, wie sie in der Sahara existieren, nicht entstehen.

Anders sollen die Verhältnisse nach *Penning*[2]) in der südlichen Kalahari sein, wo die Schichten flach nach Westen einfallen und ungestörte Lagerung haben. Indes könnten doch nur direkte Bohrungen die Richtigkeit dieser Anschauung bestätigen.

4) Quellwasser.

Nur lokal, an geeigneten Stellen kommt es zur Ansammlung und dem Austritt von Quellwasser.

Spaltquellen brechen aus Klüften der Gesteine hervor, und ihr Wasser stammt von Regenwasser, das auf Spalten zirkuliert. Die Gehänge des [2]Oasplateaus, des Epukirotals, der Porphyr- und Grauwackenberge der Kalahari haben oder hatten Spaltquellen in großer Zahl. Die meisten sind freilich bereits versiegt. Zu den Spaltquellen gehörten auch die von Kwebe, die sich deshalb bis jetzt gehalten haben, z. T. wenigstens, weil die Klüfte, auf denen das Wasser zirkuliert, mit wasserhaltendem Kalktuff erfüllt sind.

Die Kalkpfannen sind lokale Becken im Grundgestein, in denen das Regenwasser stehen bleibt und innerhalb des Pfannensandsteins und vor allem des Kalktuffs vor der Verdunstung geschützt wird. In die Kalktuffkrater und die Brunnenlöcher tritt es als Quellwasser ein. Ursprünglich wohl brackisch, ist es durch Auslaugung der Salze süß geworden.

Ähnlich ist der Bau der Brackpfannen, nur ist die Schüsselform des Grundgesteins nicht zu beobachten, vielleicht auch nicht vorhanden, aber der Kalktuff hält das Wasser, das freilich recht salzreich und oft als Trinkwasser unbenutzbar ist.

Sandpfannen mit Quellwasser finden sich in den nördlichen Teilen der mittleren und in der nördlichen Kalahari. Sie haben im [2]Kungfeld einen schwerdurchlässigen Untergrund aus Salzmergel, der im [2]Kandum zutage tritt. Welcher Art der Bau der Pfannen in der nördlichen Kalahari ist, ist nicht bekannt. Jedenfalls gehören recht beträchtliche Regen dazu, damit solche Sandpfannen das ganze Jahr hindurch durch Quellwasser gespeist werden können.

Die Sandbrunnen sind die für die Kalahari charakteristischsten und seltsamsten Gebilde. Man versteht unter ihnen Stellen mit feuchtem Sand, in denen der Wassergehalt nicht genügt, um freies Wasser in Brunnenlöcher austreten zu lassen. Die Buschmänner saugen nun das Wasser mit Rohren auf.

Diese Sandbrunnen sind geologisch keineswegs einheitliche Gebilde. Z. T.

sind sie mit Sand bedeckte Spaltquellen, die den Sand durchfeuchten — Sandpits, [1]Audji — z. T. Sandpfannen mit schwerdurchlässigem Boden — [1]Gatscha, Tarikera — zuweilen vielleicht auch versandete Kalkpfannen(?) — [2]Keanacha.

Die typischen Sandbrunnen habe ich persönlich nicht kennen gelernt, sie sollen in der südlichen Kalahari sehr verbreitet sein. Nach der Darstellung Mr. Priests liegen sie in rundlichen Vertiefungen oder Flußbetten, die mit trockenem Sand erfüllt sind. Allein unter dem 1—2 m mächtigen trockenen Sand liegt feuchter, aus dem das Wasser ausgesogen wird. Eine Tonschicht, die er aber selbst nie gesehen hat, soll unten liegen und trockener Sand folgen. Dagegen hat Müller dieses Verhältnis selbst beobachtet, und *Wilkinson* beschreibt die dünne Tonschicht in einem Sandbrunnen des Molopogebiets.[3])

Auf diesem Bau beruht die oft beobachtete Erscheinung, daß bei zu tiefem Graben der Brunnen zerstört wird.

Es wäre sehr interessant, einmal genaue Untersuchungen über diese Sandbrunnen und vor allem den Charakter der „Tonschicht" anzustellen. Derartige, vielleicht aus tonigem, humosem Schlamm bestehende, sehr dünne Lagen — denn dünn und leicht zu übersehen sollen sie sein — können doch nur in Becken mit stehendem, vielleicht periodisch austrocknendem Wasser sich bilden. Dann müssen während der Ablagerung der Sande Pausen eingetreten sein, in denen der Sand trocken lag und sich in Niederungen solcher tonig-humoser Schlamm absetzen konnte. Man könnte also eventuell aus dem Vorhandensein solcher Sandbrunnen mit Tonlagen als Boden auf periodische Unterbrechungen der Sandablagerung infolge von Abnahme der Niederschläge — Interpluvialzeiten — schließen. Für derartige Schwankungen, wie sie während der Kalkperiode nachweisbar sind, sprachen ja auch andere Anzeichen, und könnte daher das Studium der Sandbrunnen von allgemeinem Interesse sein.

Die Austrocknung des Landes.

Die hydrographischen Verhältnisse der Kalahari lassen ein fundamentales Gesetz erkennen, das bei ihrer genetischen Entwicklung maßgebend gewesen sein muß. Die Niederschläge nehmen in dem Kalaharigebiet von Nordnordosten nach Südsüdwesten ab und sind seit einer langen Periode in fortschreitendem Rückgang begriffen.

Beweise für obiges Gesetz sind folgende Erscheinungen.

1) Alle Flußbetten sind versiegt, die nicht im äußersten Norden auf der Wasserscheide gegen Kwansa und Kongo entspringen.
2) Flußbetten mit jährlichem periodischen Wasser finden sich sehr zahlreich im nördlichen Sandfeld. Nach Süden hin führen nur die größten Flußbetten, und auch diese nur ganz unregelmäßig, ausnahmsweise, oft lokal und meist für sehr kurze Zeit Wasser.
3) Die Zahl der Flußbetten ist im nördlichen Gebiet am größten. Nach Süden hin verschwinden sie, nur die größten sind noch gut erhalten, während die kleineren um so rudimentärer und undeutlicher werden, je mehr man nach Süden kommt.
4) In den nördlichen Gebieten weist die Lage vieler Flüsse auf eine ehemalige reichliche Anastomosenbildung und späteren Rückgang der Wassermassen hin.
5) Das Sumpfland des Okavangobeckens ist in schnellem Rückgang begriffen und geht nach S.W. in das Sandfeld über, während die charakteristischen Oberflächenformen undeutlich werden.
6) Die nördlichen Gebiete haben in großer Zahl Sandpfannen mit dauerndem Wasser, die südlichen nur Regenwasservleys.
7) Den nördlichen Gebieten fehlen dafür die für die trockenen Teile der Kalahari charakteristischen Brack- und Kalkpfannen.

Die Abgrenzung der nördlichen und mittleren Kalahari.

Eine natürliche Grenze zwischen diesen beiden Gebieten fehlt, allmähliche Übergänge verbinden sie. So haben Madenassa- und [2]Kungfeld, das Sandfeld zwischen Okavango und Kuneno, sowie das Ovamboland in vieler Hinsicht schon den Charakter der nördlichen Kalahari. Wellentäler sind in der nördlichen Kalahari gut entwickelt, Kalkpfannen, Brackpfannen fehlen, Sandpfannen mit Quellwasser treten dafür auf, aber die Flußläufe sind fast immer trocken — das Ovamboland ausgenommen. Wie wollte man aber schließlich die Grenze scharf ziehen zwischen Madenassasandfeld und Makarrikarribecken, zwischen [2]Kungfeld und Kaukaufeld, zwischen Ovamboland und der Etosapfanne? — vom Okavangobecken ganz zu schweigen.

Unter solchen Umständen muß man auf eine natürliche Abgrenzung eben verzichten und ziemlich willkürliche Linien ziehen.

So sei denn folgende Grenze gewählt.

Vom Gwai an dem Nordrand des Sandfeldes südlich von Daka und am Kwando entlang zum Südrand des Mabulafeldes. An diesem entlang zum Okavango und diesen aufwärts bis zur deutschen Grenze am 17° südl. Br., wo anscheinend das Bett felsig wird. Diesen Punkt wollen wir mit der Mündung des Tschitanda verbinden und dann dem Kunene abwärts folgen.

Sehr schön ist die Grenzlinie nicht, aber es bleiben wenigstens die verschiedenen einheitlichen Gebiete bestehen, und nur das formlose und noch so wenig bekannte Oschimpolosandfeld zwischen Kubango und Kunene wird in unnatürlicher Weise zerschnitten.

Anmerkungen.

[1]) *F. v. Richthofen*: Führer für Forschungsreisende. Berlin 1886. S. 639.
[2]) Früher von mir „Kangfeld“ genannt. Bericht d. VII. Intern. Geogr. C. Berlin 1899.
[3]) Die Zahlen sind der *Langhans*schen Karte entnommen.
[4]) 3560 Fuß nach dem amtliche englische Quellen benutzenden „Guide to South Africa. 1897.“
[5]) *Wilkinson*: Notes on a portion of the Kalahari. Geogr. Journ. Bd. I S. 328.

Kapitel XXXII.

Das Grundgestein der Kalahari.

Grundgestein und Deckschichten setzen die Kalahari in dem untersuchten Gebiet zusammen. Ersteres nimmt an dem Aufbau des Sockels von Südafrika Teil, letztere sind oberflächliche und z. T. lose Auflagerungen auf jenem.

A) Formationen des Grundgesteins.

Drei Formationen bilden im wesentlichen den Sockel, die Chanseschichten, die Ngamischichten und Mangwatoschichten. Dazu kommen als lokale Bildungen, resp. lokal aufgeschlossen, Quarzporphyre und Granit nebst Gneis.

Wir wollen diese verschiedenen Bildungen in folgender Reihenfolge betrachten.

1) Granite und Gneise.
2) Chanseschichten.
3) Quarzporphyre.
4) Ngamischichten.
5) Mangwatoschichten.

1) Granit und Gneis.

Diese Gesteine wurden nur bei Okwa gefunden, und daher sei hier nur auf die frühere Beschreibung verwiesen. Ob sie unter der Sanddecke eine große Verbreitung haben, namentlich in der südlichen Kalahari, ist nicht bekannt.

Für die Beurteilung des Alters des Okwagranits und -gneises fehlt jeder Anhaltspunkt. Es mögen alte archaische Gesteine oder intrusive Massen in Schichten der Primärformation sein, wir wissen es nicht.

2) Die Chanseschichten.

Eine hauptsächlich aus Grauwacken aufgebaute Schichtengruppe eröffnet im Ngamigebiet die Reihe der sedimentären Formationen.

a) Gesteine der Chanseschichten.

Rötliche bis graue Grauwacke bildet zum weitaus größten Teil die Chanseschichten. Sie ist meist dicht bis feinkörnig, oft kalkreich und enthält

durchweg sehr viel Eisenglanzschüppchen. Dünne und dickere, bis über einen Meter starke Bänke wechseln miteinander ab. Letztere zeigen meist sehr schöne diagenale Schichtung, und zwar ist diese an den ca. 1 mm dicken Eisenglanzlagen erkennbar.

Hellgraue bis grünlichgraue, an Muskovit reiche Grauwacken, Grauwackensandsteine und Sandsteine, teils dickbankig, teils schieferig, bilden in den meisten Fällen, wo sie entwickelt sind, nur wenig mächtige Einlagerungen in die typischen dichten Grauwacken, z. B. im ²Oasplateau, Chansefeld und Ngamirumpf. In erheblicher Mächtigkeit, von vielen hundert Metern vielleicht, treten sie auf der Südseite des Ngami auf, und zwar zwischen Kap Rengaka und Bolibing. Auch an den Popafällen bilden sie eine mächtige Klippe.

Quarzreiche bis quarzitische Grauwacken bilden die Klippenreihen in der Kataraktenzone von Andara. Sie sind aber mit typischer, grauroter Chansegrauwacke vergesellschaftet und gehören sicherlich zu den Chanseschichten. Eisenglanzlagen, die eine diagonale Schichtung zum Ausdruck bringen, charakterisieren auch diese Gesteine.

Nicht so sicher als Chanseschichten erkennbar sind die Glimmer-Quarzschiefer der Tschoriloberge. Sie sind von archaischem Typus nach *Kalkowskys* Untersuchung, ich möchte aber doch glauben, daß es ursprünglich Sandsteine der Chanseschichten sind, die durch Gebirgsdruck verändert worden sind, zumal sie mit quarzreichen Grauwacken gemeinsam auftreten.

Während die bisherigen Gesteine in erheblichem Umfang vorkommen, sind die nachfolgenden lediglich Einlagerungen von wenigen Metern Mächtigkeit.

Kalksteine von gelber und schwarzblauer Farbe treten im Chansefeld, im Kwebegebiet und auf der Westseite des Buschmanntals auf, in einzelnen Bänken von weniger als einem Meter Mächtigkeit.

Grüne Schiefertone finden sich im Kwebegebiet, Chansefeld, ²Oasplateau und bei Rietfontein. Ihre Einlagerung in Chansegrauwacken war deutlich erkennbar.

Quarzgänge als sekundäre Abscheidung auf Spalten fehlen nirgends in Form finger- bis handbreiter Gänge und durchschwärmen manchmal geradezu das Gestein. Sie bestehen aus dichtem bis grobkristallinem, weißem Quarz und enthalten bald spärlich, bald reichlich Schüppchen und große Tafeln von Eisenglanz. Bei Litutwa fand sich auch ein Nest von Spateisenstein. Stellenweise treten die Quarzgänge als mehrere Meter starke und viele Kilometer lange Wälle auf, die aber lokal unterbrochen sein können.

Totingdiabas. Gleichzeitig mit den Gesteinen der Chanseschichten wollen wir die Totingdiabase behandeln, die sich in dieser Schichtenreihe finden und durch ungewöhnlich reichliches Auftreten von Epidot ausgezeichnet sind. Sie besitzen einen recht einheitlichen Charakter, sind daher stets leicht erkennbar und scheinen für die Chanseschichten charakteristisch zu sein. Sie wurden nachgewiesen im Ngamirumpf, Chansefeld und am Okavango.

Grauwacken mit Diabasmaterial treten wiederholt auf, und zwar nicht nur in der Nähe von Diabaslagern, sondern auch an Stellen, wo Diabase nicht beobachtet werden konnten, z. B. im Chansefeld. Diese Gesteine sind durch die reichliche Anwesenheit von Epidotkörnern oft recht lebhaft gelbgrün gefärbt.

Verkieselung ist in den Chanseschichten und im Totingdiabas sicher nachgewiesen, z. B. am Ngami und im Chansefeld. Hier hat dieser sekundäre Prozeß wahrscheinlich in größtem Umfang Platz gegriffen, und es ist möglich, daß die sog. Grauwacken mit Diabasmaterial nördlich von ²Kintsa total silifizierte Totingdiabase sind.

b) Verbreitung der Chanseschichten.

Die ²Oas-Viktoriaschwelle wird vom ²Oasplateau bis zum Ngamifluß hauptsächlich aus Gesteinen der Chanseschichten aufgebaut. Im Kaukaufeld treten sie vielleicht zwischen ¹Gam und ²Garu auf. Ganz sicher aber am Schadum, und zwar in großer Ausdehnung, sowie zwischen diesem Fluß und Kalkfontein. Hier wie im Gebiet der ²Oas-Viktoriaschwelle überwiegen feinkörnige bis dichte, graue und rötliche Grauwacken.

Die Tschorilоberge bestehen, wie bekannt, aus den Glimmer-Quarzschiefern und quarzreichen Grauwacken. Auch am Okavango zwischen Andara und den Popafällen sind die Grauwacken sehr quarzreich.

c) Lagerungsverhältnisse, Mächtigkeit und Gliederung.

Die Chanseschichten finden sich stets in gestörter Lagerung und fallen meist mit steilen Winkeln ein. Zu einem klaren Bilde ihrer Lagerungsverhältnisse zu kommen, war aus verschiedenen Gründen unmöglich.

Einmal sind gute Aufschlüsse selten. Sogar zusammenhängende Gesteinsmassen sind doch nur lokal vorhanden; meist verhüllt sie Verwitterungsschutt oder Decksand. Wo aber die Gesteine frei zutage treten, verdeckt in der Mehrzahl der Fälle eine energische Zerklüftung die eigentliche Schichtung. So kommt es denn, daß nur in einer beschränkten Anzahl von Beobachtungen die wirkliche Lagerung festgestellt werden konnte.

Folgende Gesetzmäßigkeiten ließen sich erkennen:

α) Die stärkste Zerklüftung fällt in weitaus der Mehrzahl der Fälle mit dem Streichen der Schichten zusammen. Ausnahmen fanden sich z. B. in Rietfontein (Schichtstreichen 50°, Kluftstreichen 85°) und im Schadumtal (Schichtstreichen 155°, Kluftstreichen 125°). Daher dürfte es in den meisten Fällen zutreffend sein, wenn man Kluft und Schichtstreichen identifiziert.

β) Das Einfallen der Schichten fällt mit dem der Klüfte wohl selten zusammen. Die Klüfte haben meist sehr steile Lagerung, während die Schichten zuweilen mit flachem Winkel einfallen, z. B. Rietfontein: Klüftung 85°, ∢ 90°, Schichten 50°, ∢ 20—30° N.W.; Olifantskloof: Klüftung 80°, ∢ 90°, Schichten 80°, ∢ 20° N.

Der Einfallswinkel der Schichten ist also nicht mit dem der Klüfte zu identifizieren und nur ausnahmsweise bei guten Aufschlüssen mit Sicherheit zu bestimmen.

γ) Außer der Hauptklüftung gibt es in vielen Fällen sekundäre Klüfte, die weniger ausgeprägt, weniger zahlreich und regelmäßig sind, aber doch theoretisches Interesse haben, weil sie in vielen Fällen dieselben Richtungen haben, wie in benachbarten Gegenden tektonische Linien.

War es schon meist nicht möglich, die lokale Lagerung in allen Punkten festzustellen, so gelang es noch weniger auf weitere Strecken hin. Indes konnte doch das eine wenigstens festgestellt werden, daß das Streichen der Schichten oft recht regelmäßig und gesetzmäßig ist und auch das Fallen zonenweise übereinstimmt.

So sahen wir, daß das ²Oasplateau vielleicht einer flachen, der Kaprichtung folgenden Antiklinale entspricht, während der heutige Plateaurand durch Erosion oder Verwerfung in der Kaffrariarichtung entstanden ist. Ebenso könnte das Chansefeld eine Antiklinale sein, eventuell könnten auch Brüche mit Wiederholungen der Schiefertone stattgefunden haben.

Im Ngamisumpf fanden wir eine bogenförmige Anordnung der Streichrichtung, Chanse-Kaffraria-Tschorilo-Richtung. Man könnte denken, die ganze Grauwackenzone folge solchem Bogen parallel der Küstenlinie auf der Süd- und Ostseite. Allein zweimal tritt die Kaffrariarichtung störend dazwischen, bei Riet-

fontein und im nordöstlichsten Chansefeld. Es handelt sich also anscheinend nicht um eine einheitliche Gebirgszone, vielleicht aber um drei aufeinander folgende Bogen, die in ihrem Ostende nach N.O. aufbiegen.

Unabhängig von diesen Bogen dürfte die Hainaschwelle sein, die in den [1]Audji und Hainahügeln nach 51°, resp. 53° streicht und zu der vielleicht auch der [1]Gagamhügel, ja sogar Sandpits gehören.

Gewiß wäre es übereilt, aus den bisherigen Beobachtungen ein System von Antiklinalen und Synklinalen konstruieren zu wollen, allein man gewinnt doch den Eindruck, daß ein altes abgetragenes Gebirge vorliegt, das sich früher im großen und ganzen im Verlauf der [2]Oas-Vikteriaschwelle erhob. Der petrographische Habitus der mikroskopisch untersuchten Chansegesteine deutet ja auch auf ehemalige dynamische Einwirkungen hin.

Einem andern System gehören die Chanseschichten des Kaukaufeldes an. Am Schadum streichen die Schichten nach 155° — Damararichtung — und fallen bei Lorenzpits mit ∢ 60° O.N.O. ein. In den Tschorilobergen ist die älteste Richtung ca. 30°, und am Okavango schwankt sie zwischen 0°—20°, d. h. zwischen Lebombo- und Tschorilo-Richtung (30°). Die Abweichung gegenüber dem Streichen in der [2]Oas-Viktoriaschwelle ist also erheblich.

Auch hier im Norden dürften alte abgetragene Gebirge bestanden haben, allein noch weniger als im Süden berechtigt uns das vorhandene Material, eine Rekonstruktion jenes Gebirges zu versuchen. Aber selbst wenn mehr Beobachtungen vorlägen, so würde man immer noch Bedenken tragen müssen, die vorhandenen Streichrichtungen für die ursprünglichen zu halten, da die Chanseschichten noch eine spätere Periode der Gebirgsbildung durchgemacht haben, nämlich nach Ablagerung der Ngamischichten.

Die **Mächtigkeit** der Chanseschichten ist auch nicht annähernd zu schätzen, und ebensowenig läßt sich eine **Gliederung** in die so gleichartigen Gesteinsmassen bringen. Schiefertone und Kalksteine sind zu unbedeutend und spärlich, um als Grenzlinien benutzt zu werden. Man hat nur das Gefühl, daß es sich um eine gewaltige Ablagerung handelt, wenn auch Faltungen, Verwerfungen und Überschiebungen stellenweise eine viel bedeutendere Mächtigkeit vortäuschen mögen.

Die **Totingdiabase** bilden zum größten Teil wohl Einlagerungen zwischen die Chansegrauwacken, und zwar am Okavango Gänge oder Bänke von geringer Mächtigkeit, d. h. anscheinend nirgends über 50—60 m. Dagegen dürften im Kwebegebiet schon Diabaslager von mehreren hundert Metern vorkommen (Nordende der Hauptgruppe), und in der Diabasbucht von Toting hat er — falls nicht tektonische Verhältnisse eine Täuschung verursachen — sicherlich weit über 1000 m Mächtigkeit.

d) Das Alter der Chanseschichten.

Nirgends fanden sich auch nur Andeutungen organischen Lebens. Der petrographische Charakter ist der von paläozoischen Grauwacken. Man kann also wohl annehmen, daß es sich um eine sehr alte Formation handelt.

Eingehen muß man noch auf das Verhältnis zwischen Chanseschichten und Totingdiabas. Sicher ist, daß bei Litutwa ein Gang von Diabas die steil aufgerichteten Grauwacken durchquert und kontaktmetamorph verändert hat. Demnach müßte man folgern, daß der Diabas jünger ist als die Grauwacke. Dieser Annahme würde das Auftreten des Diabases in Form von Lagern zwischen diesen Sedimentärgesteinen nicht widersprechen. Nun finden wir aber Grauwacken mit eingefügtem Diabasmaterial, und zwar können diese eventuell recht bedeutenden Umfang annehmen, ohne daß Diabas in nächster Nähe nachgewiesen werden konnte. Die Annahme einer Durchdringung beider Gesteine bei Aus-

bruch des Diabases dürfte wohl recht gewagt erscheinen. Wahrscheinlicher ist wohl die Annahme von Diabasergüssen gleichzeitig mit der Ablagerung der Grauwacken und einer primären Vermischung beider Materialien. Demnach scheint sich die Eruption von Totingdiabas über einen längeren Zeitraum erstreckt zu haben und nicht nur nach der Aufrichtung, sondern auch schon während der Bildung der Chanseschichten erfolgt zu sein.

3) Die Quarzporphyre — Kwebeporphyr.

Nach Ablagerung der Chanseschichten erfolgte der Durchbruch der Kwebeporphyre.

a) Petrographisches.

Bei Darstellung der Kwebegruppe sind diese Gesteine so eingehend behandelt worden, daß ich auf jene verweisen möchte. Hier will ich nur kurz erwähnen, daß es sich um Mikrogranite handelt und daß mehrere Varietäten, darunter schieferige und granitische, vorkommen.

Auffallend ist das Auftreten von Eisenglanz an Stelle von Magnetit und Titaneisen. Die Struktur deutet auf starke tektonische Pressung hin. Noch unklar ist die Natur der sogenannten dynamometamorphen Gesteine, die aus Porphyrmaterial bestehen, z. T. Porphyrgerölle enthalten und Spaltenausfüllungen oder Reibungsbreccien zwischen dem Porphyr sein könnten.

b) Die Verbreitung der Kwebeporphyre.

Sie sind auf den Ngamirumpf beschränkt und setzen die drei Gebirgsgruppen Kwebe-, Monekau- und Mabäle a pudi-Berge zusammen. In der Ebene der Südplatte fand sich einmal ein gangförmiges Vorkommen, auch deutet das reichliche Auftreten von großen Quarzporphyrgeröllen in den oberen Ngamischichten und von losen Porphyrstücken in der Bucht von Toting auf in der Nähe des Ngami vorhandene Ausbrüche hin.

c) Lagerungsverhältnisse, Mächtigkeit, Gliederung.

Die Kwebeporphyre durchbrechen anscheinend die Chanseschichten als senkrechte Gänge und Stöcke, die eine Mächtigkeit von 2 km in den Monekau- und Mabäle a pudi-Bergen, in den Kwebebergen aber wohl von 3 km besitzen. Eine bestimmte Gliederung scheint insofern vorhanden zu sein, als die kompakten, eisenreichen, blauschwarzen Porphyre in den zentralen Teilen, violette und schieferige Varietäten aber in den Randzonen aufzutreten pflegen.

d) Das Alter der Kwebeporphyre.

Ihr Alter ist insofern relativ bestimmt, als sie die Chanseschichten durchbrechen und Gerölle von ihnen in den oberen Ngamischichten auftreten. Demnach sind sie jünger als jene und älter als diese. Wahrscheinlich brachen sie aber während der tektonischen Aufrichtung der ersteren hervor.

4) Die Ngamischichten.

An dem Aufbau des Grundgesteins beteiligen sich noch zwei andere Schichtengruppen, die Ngamischichten und die Mangwatoschichten. Beide finden sich in verschiedenen Gebieten, erstere im Zentrum der mittleren Kalahari, letztere im Osten und im Bamangwatoland.

a) Gliederung.

Die Ngamischichten zerfallen da, wo sie in größter Entwicklung beobachtet wurden, in drei Stufen, obere, mittlere, untere Ngamischichten. Dazu kommen die Ngamidiabase, die nach Ablagerung jener hervorbrachen.

b) Petrographisches.

Die unteren Ngamischichten bestehen aus grauen, rötlichen, grünlichen, feinkörnigen bis sehr grobkörnigen Sandsteinen und Grauwacken, die z. T. in Konglomerate übergehen. In letzteren sind die Gerölle Quarzstücke der Chanseschichten oder Sandsteine und Grauwacken liegender Gesteine der unteren Stufe selbst. Im allgemeinen machen sie den Eindruck aufgearbeiteter Chansegrauwacken und ähneln diesen oft so sehr, daß es bei kleinen Aufschlüssen, geschweige Handstücken, makroskopisch oft nicht möglich ist, beide Gesteinsarten zu unterscheiden. Im großen ist es meist möglich, da den Ngamischichten die starke Zerklüftung fehlt. Einkieselung kommt oft und in hohem Grade vor.

Die mittleren Ngamischichten setzen sich hauptsächlich aus dichten bis grobkristallinen Kalksteinen zusammen, die aber oft schnell und unbeständig in Kalkmergel, sehr feinkörnige Kalksandsteine und Kalkschiefer übergehen. Sie haben graue, rötliche, violette, gelbliche Farben, sind aber auch — namentlich die Mergel und Kalksandsteine — tiefrot und braun gefärbt.

Zwei sekundäre Prozesse haben die Gesteine der mittleren Ngamischichten oft stark verändert, erstens Dolomitisierung und zweitens Verkieselung. Letztere ist überall nachweisbar, wenn auch unregelmäßig, während die Dolomitisierung regional besonders stark ausgebildet ist, z. B. im [1]Gamfeld und bei Gobabis.

Lokal und auf die Rengakabucht beschränkt ist die kontaktmetamorphe Umwandlung des Kalksteins zu Granatkalkstein.

Die oberen Ngamischichten bestehen aus Sandsteinen, Grauwacken und Konglomeraten. Letztere enthalten Gerölle von Chansegrauwacke, Quarz, Quarzporphyr, Ngamikalkstein und liegenden Sandsteinen und Grauwacken der eigenen Stufe (obere Ngamischichten). Einkieselung kommt in großem Umfang vor.

An dieser Stelle sei auf die sekundären Veränderungen der Gesteine, wie Verkieselung, Einkieselung und die brecciösen Gesteine nicht eingegangen, sie sollen später ausführlich behandelt werden.

c) Vorkommen, Mächtigkeit und Lagerungsverhältnisse.

In ganzer Ausdehnung zu studieren sind die Ngamischichten bei Gobabis, wo sie sehr bedeutende Mächtigkeit besitzen. Weitaus am mächtigsten entwickelt ist die untere Stufe, die wohl auf 1000—1500 m aufgeschlossen ist. Die mittlere Stufe ist nur 80—100 m mächtig, die obere ist nicht vollständig zu beobachten, d. h. ca. 150 m sind aufgeschlossen. Die Schichten streichen nach 50° — Kaffrariarichtung — und fallen mit 60° nach S.O. ein, also abweichend von dem der Chanseschichten auf dem [2]Oasplateau. Zerklüftung ist nicht vorhanden. Die Grenze gegen die Chanseschichten im Osten liegt wahrscheinlich östlich von Kuikus, ihre Ausdehnung nach W. ist ganz unbekannt.

Auf der Südseite des Ngami kommen die Ngamischichten gleichfalls in 3 Stufen vor, aber nirgends in einem zusammenhängenden Profil. Ihre Mächtigkeit war nicht mit Sicherheit festzustellen, die der unteren und oberen Stufe wegen mangelnder Aufschlüsse überhaupt nicht. Die der mittleren mag bei Ssepotes Kraal auf ca. 20—50 m geschätzt werden. Das Streichen ist durchschnittlich 50° — Kaffrariarichtung —, der Einfall 10—20° S.O., aber im einzelnen sind diese Schichten oft enorm zerstückelt und in Form kleiner Schollen durcheinander geschoben. Im allgemeinen gewinnt man indes den Eindruck, daß sie

am Ngami abgesunkene Schollen sind, die jetzt auf dem Boden des Okavangobeckens liegen. Dabei stimmt Streichen und Fallen der Schollen nicht genau mit dem der Chanseschichten auf dem Plateau überein, sondern die Winkel weichen meist um 20° voneinander ab.

Das östlichste bekannte Vorkommen der Ngamischichten ist das von brecciösem Rotsandstein und alter quarzitischer Grauwacke auf dem Boden der Makarrikarripfanne. Ob der Rand der Ntschokutsapfanne nicht teilweise, d. h. im Liegendsten, auch den Ngamischichten angehört, blieb unentschieden. Die Lagerung war an beiden Orten ziemlich flach und unbestimmt.

Eine erhebliche Ausdehnung haben die Ngamischichten im Kaukaufeld, allein es wurde ausschließlich die mittlere Stufe beobachtet.

Von ¹Gam zieht ein Streif krystallinen Dolomits bis ²Koa²nacha hin, oberflächlich vielfach durch Deckschichten verhüllt. Er dürfte sich noch weiter in N.O.-Richtung fortsetzen bis zu den Hügeln c an der ¹Kai¹kailaagte. Bei ²Koa ²nacha streichen die Schichten nach 50° (Kaffrariarichtung), parallel der Zone der Dolomite, und fallen mit ∢ 50° nach S.O. ein. Bei ¹Gam war die Lagerung nirgends zu beobachten und ebensowenig die Mächtigkeit, die aber nach der Oberflächenverbreitung und Lagerung bei ²Koa²nacha zu urteilen weit über 100 m betragen dürfte.

In den ¹Kai¹kaibergen hat der Kalkstein eine gewaltige Entwicklung. Seine Lagerungsverhältnisse sind sehr kompliziert. Wohl streichen die Hügelketten und die Zone der Kalksteine im allgemeinen von S.W.-N.O. oder W.S.W.-O.N.O., und auch das Streichen der Schichten entspricht der Längsachse der Hügel, allein im einzelnen treten doch oft ganz auffallende lokale Störungen auf. Wie das Streichen, so wechselt auch das Fallen erheblich. Saigere Stellung, Winkel nach N.N.W. und S.S.O. u. s. w. wurden oft beobachtet, und zwar erfolgte der Wechsel ohne erkennbare Gesetzmäßigkeit. Daher ist es nicht möglich, die Mächtigkeit auch nur annähernd zu schätzen, zumal das Liegende und Hangende der Kalksteinserie nicht beobachtet wurde. Wenn aber auch die ¹Kai¹kaiberge ein System von Faltungen und Verwerfungen vorstellen mögen und man daher die Oberflächenausdehnung des Kalksteins nicht der Mächtigkeit gleichstellen darf, so dürften die an einigen Bergen einheitlich auftretenden Kalksteinmassen doch eine Mächtigkeit von einigen hundert Metern besitzen. Die gesamte Kalksteinablagerung hat also wohl recht bedeutende Mächtigkeit.

Im Schadumtal fanden wir die mittleren Ngamischichten in Form von Kalkstein- und Dolomitschollen zwischen den Chansegrauwacken. Auch hier fehlten obere und untere Stufe durchaus. Die Mächtigkeit der Kalksteine schien nirgends sehr bedeutend zu sein, an einigen Stellen — z. B. zwischen Lorenz Pits und Dussidum — nur 20—30 m, an andern wohl kaum einige hundert Meter. Jedenfalls treten sie nirgends in solcher Ausdehnung zutage, wie in den ¹Kai¹kaibergen. Das Streichen war recht gleichartig, nämlich in der Übergangsrichtung 125°, und die Schichten fielen nach N.N.O. mit 60—70° ein. Ein direkter Kontakt zwischen Chanseschichten und Ngamischichten wurde auch hier nicht beobachtet.

d) Der Ngamidiabas.

Nach Ablagerung der Ngamischichten erfolgten Eruptionen von Aphaniten, dichten schwarzen Gesteinen, die aber in porphyrische Varietäten und selbst Mandelsteine übergehen können. Glasbasis, Plagioklas und Augit sind meist reichlich, Olivin spärlich. Sie fanden sich hauptsächlich am Ngami, aber auch in Okwa, und ein Rollstück im Denibkonglomerat verriet auch ihr Vorkommen im ¹Gamfeld.

Meist bilden sie Gänge und breitere Ausfüllungen zwischen den Schollen der Ngamischichten in der Rengakabucht, allein schmale Gänge und selbst wenige

Meter Durchmesser besitzende Apophysen durchsetzen die Chanseschichten bei Litutwa und den Granit bei Okwa.

Bei der sehr geringen oberflächlichen Ausdehnung der Schollen in der Rengakabucht hält es schwer, an eine lokale Eruption der Aphanite zu denken, wahrscheinlich liegt in der Rengakabucht nur der äußerste Rand eines großen Eruptionsgebietes, dessen Hauptsitz wohl in dem Okavangobecken zu suchen ist, zumal am unteren Kwando und am Sambesi ähnliche eruptive Gesteine in breiter Fläche aufgeschlossen sind.

e) Das Alter der Ngamischichten.

Nirgends wurde auch nur eine Andeutung von Fossilien gefunden. So fehlt denn jeder direkte Anhalt für die Altersbestimmung. Man kann nur mit Sicherheit sagen, daß sie jünger sind als die Chanseschichten und wahrscheinlich jünger als die Quarzporphyre. Sicher jünger als diese ist die obere Stufe, die ja Porphyrgerölle enthält.

5) Die Mangwateschichten.

Unter diesem Namen wurden die Schichten zusammengefaßt, die das Bamangwatoland aufbauen. Ich kann hier auf das verweisen, was im Kapitel IV und XXIX über diese Formation gesagt worden ist, und will nur in Erinnerung bringen, daß sie aus 4 Gliedern besteht:

4) Lealemandelstein.
3) Ssakkesandstein.
2) Lotsanischiefer.
1) Palapyesandstein.

Die Schichten haben eine ziemlich flache, aber nicht ungestörte Lagerung. Verwerfungen und Diabasgänge sind in ihnen nicht selten.

B) Vergleich der Formationen des Ngamilandes mit den außerhalb desselben befindlichen Schichten.

Ist es auch nicht möglich, das Alter der besprochenen Formationen durch Fossilien festzulegen, so gelingt es schon besser, sie mit anderen Schichtengruppen Südafrikas zu identifizieren.

1) Mangwateschichten.

Wir sahen bereits, daß die Mangwateschichten wahrscheinlich den Lydenburger Schichten stellenweise entsprechen, und zwar die Lotsanischiefer den Prätoriaschichten, der Palapyesandstein dem Waterbergsandstein, der Lealemandelstein dem Buschfeldmandelstein, während der Ssakkesandstein der Karroformation angehören könnte.

2) Ngamischichten.

Welches ist nun die Stellung der Ngamischichten? Sollten sie nicht auch den Lydenburger Schichten entsprechen?

Für eine solche Gleichstellung sprechen verschiedene Punkte.

a) Die geographische Lage.

Formationen, die den Lydenburger Schichten zu entsprechen schienen, fanden sich in ganz Transvaal, Westgrikwaland und Betschuanaland bis über den Molopo hinaus in das Sandfeld hinein. Sie bilden das Veldschoendragerland und Groß-Namaland, setzen das nördliche Damaraland zusammen und scheinen, auch in dem Quellgebiet des Sambesi und Lualaba in großem Umfang als Dolomit und Kalkstein aufzutreten. Demnach umgibt diese Formation kreisförmig die

Kalahari. Sollte es da nicht sehr wahrscheinlich sein, daß sie sich auch innerhalb dieses Kreises findet?

b) Die Dreiteilung der Ngamischichten.

Die Lydenburger Schichten bestehen aus einem Dolomit-Kalksteinhorizont zwischen Sandstein-, Konglomerat-, Grauwacken- und Schieferschichten. Dasselbe ist vielleicht bei den Otavischichten und bei den Doornbergschichten der Fall. Den Namaschichten fehlt die eberste Sandsteinstufe über dem Kalk. Bei den Ngamischichten ist eine solche typische Dreiteilung stellenweise auch vorhanden.

c) Der petregraphische Charakter.

Die untere Stufe besteht überall aus Sandsteinen, Quarziten, Grauwacken, Konglomeraten, ohne daß besonders gekennzeichnete Gesteine einen sicheren Anhalt für die Identifizierung dieser Stufe in verschiedenen Gegenden darböten. Dagegen stellen die Kalksteine und Dolomite einen recht gut kenntlichen Horizont vor. In bezug auf die mittlere Stufe läßt sich nun folgendes feststellen.

Die Handstücke von Otavikalkstein in der Sammlung Dr. *Hartmanns* sind petrographisch durchaus identisch mit weißen, bläulichen und rötlichen Kalksteinen und Dolomiten der Ngamischichten. Sogar blaugraue Kalkschiefer und helle Kalkmergel, wie sie bei Gobabis und erstere auch in verkieselter Form bei Ssepotes Dorf auftreten, finden sich in seiner Sammlung.

Schencks Kalksteine aus dem Namaland, die ich gesehen habe, entsprechen petrographisch ebenfalls durchaus den gleichen Gesteinen der Ngamischichten, und *Schenck* selbst hat auch bei Besichtigung meiner Sammlung die Ähnlichkeit im Charakter mit seinen Namakalksteinen und verschiedenen Varietäten des Malmamidolomits durchaus anerkannt. Besonders ist die Art der Verkieselung in allen diesen Gesteinen sehr charakteristisch.

Auch einem meiner Prospektoren, der im Lydenburger Distrikt oft und lange prospektiert hatte, fiel die Ähnlichkeit des Gesteins der !Kai!kaiberge und der Kalksteine jener Gegend auf.

d) Der Fazieswechsel.

Am Südufer des Ngami konnten wir den schnellen Fazieswechsel innerhalb der Zone der mittleren Stufe feststellen. Die massigen Kalksteine sind eigentlich nur lokale Einlagerungen in Kalkmergeln und feinkörnigen Kalksandsteinen — Rotsandsteinen. Ähnliche Verhältnisse finden sich ja, nur in viel großartigerem Maßstabe, im Lydenburger Gebiet, und auch der Cangokalkstein gleicht in dieser Beziehung dem Malmamidolomit. In Groß-Namaland sind die Slangkopmergel vielleicht auch nur Faziesbildungen des blaugrauen Kalksteins.

Also auch in diesem Punkte herrscht anscheinend große Übereinstimmung.

e) Die Transgression des Malmamidolomits.

Stellenweise scheint der Kalkstein und Dolomit ältere Gesteine zu überlagern, ohne daß die untere Stufe entwickelt ist. Es handelt sich also um Transgression der mittleren Stufe. Das ist der Fall am Campbells Rand, in dem südlichen Betschuanenland und im südöstlichsten Teil unseres Schutzgebiets. Im Schadumtal scheint auch eine Transgression vorzuliegen. Wenn auch die Überlagerung der Chanseschichten durch den Kalkstein nicht direkt beobachtet wurde, so kommen doch beide Gesteine so nahe einander vor und es ist so gar keine Andeutung von Gesteinen der unteren Stufe vorhanden, daß man wohl annehmen kann, diese fehle gänzlich. Ob auch im südlichen Kaukaufeld eine Transgression vorliegt, ist nicht bekannt. Die dortigen Verhältnisse zwingen nicht zu solcher

Annahme. Immerhin ist es auffallend, daß in dem stark gestörten ǀKaiǀkaigebiet nirgends Aufbrüche der unteren oder oberen Stufe gefunden worden sind.

f) Die Konglomerate der oberen Stufe.

Zwischen der oberen Stufe der Ngamischichten am See und bei Gobabis bestehen in petrographischer Hinsicht entschiedene Gegensätze. Die mächtigen Konglomeratmassen, die dort die Schichtenreihe eröffnen, fehlen hier. Handelt es sich nun auch um Gesteine, die lokal sehr wohl schnellem Wechsel unterworfen gewesen sein können, und mag der genannte Gegensatz daher auch bedeutungslos sein, so ist es doch wert, auf folgendes aufmerksam zu machen.

Die Konglomerate am See haben, der Beschreibung nach zu urteilen, äußerlich Ähnlichkeit mit den Cangokonglomeraten. Sodann enthalten sie nicht nur Gerölle älterer Formationen — Granit, resp. Chansegesteine — sondern auch von den unter ihnen liegenden Kalksteinschichten. Diese Erscheinung mag Bedeutung haben oder nicht, sie ist jedenfalls bemerkenswert. Nimmt man noch dazu die Tatsache, daß die Gesteine der oberen Stufe am See und bei Gobabis keine petrographische Ähnlichkeit mit den Gesteinen der Pretoria- und Griquatownschichten haben, so drängt sich uns die Frage auf, ob die obere Stufe der Ngamischichten, mindestens die am See, den oberen Lydenburger Schichten oder den Cangokonglomeraten, resp. Basiskonglomeratschichten entspricht. Wir können die Frage nur aufwerfen, zur Beantwortung reichen unsere Kenntnisse nicht aus.

g) Die Ngamidiabase.

Die Aphanite der Rongakabucht haben eine große Ähnlichkeit mit dem Loalemandelstein. Bei beiden Gesteinsarten haben wir dichte schwarze Varietäten, die wie Basalt aussehen, und unter Ausbildung von Mandeln mit Calcit und Zeolithen in Mandelstein übergehen. Diese Ähnlichkeit wird durch den mikroskopischen Befund bestätigt. Wir sind also wohl berechtigt, beide für Gesteine einer Ausbruchsperiode zu halten.

Im Kaokofeld befindet sich eine Mandelsteindecke, von der Dr. *Hartmann* Proben mitgebracht hat. Dieselben haben eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Loalemandelstein.

Die Beschreibung *Molengraaffs* vom Buschveldmandelstein paßt völlig auf den Loalemandelstein und könnte wörtlich auf jenen angewandt werden. Nur sind die Chalcedonmandeln — wohl verkieselter Calcit — bei Loale nicht so häufig, wie im Buschveld. Sie finden sich wieder im Sambesital, wo sie nach *Chapman* als herausgewittertes Geröll eine Ebene bedecken. Ihr Fehlen ist bedeutungslos, da sie wohl ein sekundäres Produkt sein dürften.

Loalemandelstein und -Aphanite haben aber auch auffallende Ähnlichkeit mit den Mandelsteinen und „Basalten" der Postkarrezeit des Matabelelandes, wie sie *Molyneux* beschreibt.

Man gewinnt also den Eindruck, daß die Ngamidiabase in jener Periode hervorgebrochen sind, in der Südafrika durch gewaltige Randbrüche isoliert wurde, und anscheinend auch die Flachbeckensenke des Inneren gleichzeitig entstand.

3) Chanseschichten.

Bezüglich der Chanseschichten können wir uns nun kurz fassen. Sie sind älter als die Ngamischichten, petrographisch von altem Habitus, meist steil aufgerichtet und dynamometamorph beeinflußt. Demnach ist es das natürlichste, sie der Primärformation gleichzustellen. Die Chansegesteine können denn auch sehr wohl den nicht veränderten Gesteinen der Primärformation entsprechen, wie sie von *Stow* aus Westgrikwaland, von den Kapgeologen aus

der Kapkolonie, von *Molengraaff* aus Transvaal (Witwatersrandschichten) beschrieben werden.

So wollen wir sie denn auch zur Primärformation rechnen.

C) Das Grundgestein der Kalahari in den nicht untersuchten Gebieten.

Die Decke des Loalemandelsteins hat in dem östlichen Teil der Kalahari große Verbreitung. Das Plateau bei Dinokana, also der Südrand des Makarrikarribeckens, besteht aus ihm, und anscheinend findet er sich auch am Ostrand der Ssoapfanne. Eine ausgedehnte Tafel, die vielfach durch Erosion in einzelne Berge aufgelöst worden ist, bildet das Plateau südlich des Kwando und Sambesi bis über die Viktoriafälle hinaus und reicht bis zum Westrand des Batokahochlandes. Im Zentraltal aber ist dieselbe Decke die Gesteinsunterlage für jüngere Ablagerungen und setzt auch die Kataraktenzone von Gonye zusammen.

Die Berge von Kanku und Gubatsa bestehen aus „perphyry formation“, vielleicht Loalemandelstein, die Tschenambaberge aber aus „Basalt“, d. h. wohl dichtem Aphanit. Diese Vorkommen — falls die Diagnosen richtig sind — unterstützen die Vermutung, daß das Okavangobecken der Sitz lebhafter eruptiver Tätigkeit war und daß die Aphanite der Rengakabucht die äußerste Randpartie jener sind. Innerhalb dieser Decke scheint aber bei Daka ein Aufbruch von glimmerreichen Sandsteinen der Primärformation zu liegen.

Von dem Grundgestein der nördlichen Kalahari können wir uns vorläufig kein Bild machen. Gesteine der Primärformation und Lydenburger Schichten setzen, wie wir sahen, das Batoka-Kafue-Loangwaplateau zusammen, ebenso den Rücken der Wasserscheide zwischen Kongo und Sambesi und das Katangagebiet. Nun bedecken aber horizontale Sandsteinmassen — die Kundelunguund Lubilaschschichten — das Kongobecken. Auch auf der Wasserscheide fand *Lemaire* horizontale Sandsteine, und nach den Berichten aller Reisenden — *Baum, Capello, Ivens, Livingstone* — treten unter dem Sand der nördlichen Kalahari rote, eisenschüssige Sandsteine auf. Es ist also möglich, daß diese Sandsteine ganz oder teilweise den Sandsteindecken des Kongobeckens entsprechen, vielleicht aber auch den Betleteschichten. Diese Möglichkeit muß um so mehr anerkannt werden, als die Betleteschichten mit Laterit und Verkieselungen den Sambesi überschreiten, als viel Eisen — Laterit — im Matutelagebiet vorkommt und die Lubilaschschichten bezüglich der Verkieselungen gleichfalls mit den Betletesandsteinen Ähnlichkeit besitzen.

Die Sandsteine und Konglomerate des Kunenetals sind vielleicht eine Fortsetzung der gleichartigen Schichten in der nördlichen Kalahari, jedenfalls von unbekanntem Alter. Grundgestein wurde nur zwischen Kunene und Schellagebirge, sowie am Tschitanda beobachtet — Primärformation —, aber nicht im Ovamboland.

In der südlichen Kalahari scheinen vorwiegend Lydenburger Schichten das Grundgestein zu bilden, sowie Basiskonglomerat-Schichten, und zwar in ziemlich flacher Lagerung. Eine gewaltige Decke aus Malmanidolomit erstreckt sich vielleicht vom Groß-Namaland bis zum Kurumangebiet und Mafeking. Wie der soeben erschienene Bericht Dr. *E. Nobbs**) über die Gegend zwischen Uppington und Zwartmodder zeigt, liegen in jener Gegend Ekkaschichten und Dwykakonglomerat unter dem Kalaharisand und -kalk.

Das Kalahariplateau des mittleren und nördlichen Betschuanenlandes schließlich baut sich aus Gesteinen der Primärformation — Granit, Gneis, vielleicht

*) Report of Dr. *Erik A. Nobbs.* Cape of Good Hope. Department of Agriculture. Capetown 1904.

auch Schiefern — und Lydenburger resp. Mangwatoschichten auf, und zwar anscheinend aus Schollen dieser verschiedenen Formationen.

D) Die Grundlinien im Aufbau des Fundaments der Kalahari.

Vier Zonen kann man an dem Fundament vorläufig unterscheiden.

I. Die südliche Kalahari.

Soweit bekannt bilden flachgelagerte Lydenburger Schichten im S.W., S. und O. das Grundgestein am Rande und z. T. schon innerhalb der Kalahari, nördlich von Uppington auch Ekka- und Dwykaschichten.

II. Das Kalahariplateau.

Der Aufbau im einzelnen ist nicht näher bekannt, indes dürften Granite, Gneise und wohl auch Sedimentärgesteine der Primärformation unter mehr oder weniger erheblicher Dislokation der jüngeren Gesteine — Lydenburger Schichten — verwickeltere Verhältnisse herbeiführen.

III. Die Mandelsteinzone.

Schon das Nordende des Kalahariplateaus gehört einer gewaltigen Mandelsteindecke an, die vielleicht ursprünglich zusammenhängend war, jetzt aber jedenfalls durch beckenförmige Einsenkungen getrennt wird. Von Leale und wohl noch weiter südlich bis zum Zentraltal des Sambesi beherrscht der Mandelstein das geologische Bild. Sie dürfte von Verwerfungen und Einbrüchen durchsetzt sein.

IV. Die Rumpfgebirgszone.

Den westlichen Teil der mittleren Kalahari nimmt eine Zone ein, in der das Grundgestein aus steil aufgerichteten Schichten besteht. Daher wird man zu der Annahme geführt, daß hier ehemals Gebirge bestanden haben, die zu Ebenen denudiert worden sind. Die ²Oas-Viktoriaschwelle bis zum Ngamifluß, das Kaukaufeld und die Kataraktonzone von Andara gehören hierher. In dem tektonischen Aufbau dieser Zone lassen sich zwei Gebiete mit verschiedenem Streichen unterscheiden.

a) Das Gebiet der Kap- und Kaffrariarichtung.

b) Das Gebiet der Damara- und Lobomborichtung.

a) Das Gebiet der Kap- und Kaffrariarichtung umfaßt die ²Oas-Viktoriaschwelle bis zum Ngamifluß und das südliche Kaukaufeld.

Dieses Gebiet wird indes von den verschiedenen Formationen nicht gleichmäßig zusammengesetzt, vielmehr sind 3 Zonen erkennbar.

α) Der Granit von Okwa.

Ob derselbe wirklich eine Zone bildet, also in bedeutender Ausdehnung auftritt, ist unbekannt, sein Vorkommen hier aber bemerkenswert.

β) Zone der Chanseschichten.

Sie umfaßt hauptsächlich das Gebiet der ²Oas-Viktoriaschwelle und wurde bereits erwähnt.

Am Nordrand des Ngamirumpfes liegen Schollen von Ngamischichten — Fischvley, Südseite des Ngami — die man als die Reste einer größeren Ablagerung auffassen muß.

Die Ausdehnung der Chanseschichten jenseits des Ngamiflusses im weiteren Verlauf der ^{2}Oas-Viktoriaschwelle ist nicht bekannt, indes deutet der Aufbruch glimmerreicher Sandsteine bei Daka auf eine Fortsetzung in dieser Richtung hin.

γ) Die Zone der Ngamischichten.

Sie umfaßt das südliche Kaukaufeld, und zwar einmal die in der Kaffrariarichtung verlaufende Zone von ^{1}Gam und die teils dieser, teils der Übergangsrichtung von 70° und selbst der Kaprichtung folgenden Bergketten von ^{1}Kai^{1}kai. In diesen macht sich auch die Damara- und Lebombórichtung wiederholt bemerkbar.

b) Das Gebiet der Damara- und Lebombórichtung umfaßt das nördliche Kaukaufeld, die Tschorileberge und die Kataraktenzone von Andara. Das Streichen ist nicht einheitlich und liegt bei den Chanseschichten zwischen 155° (Damararichtung) und der Übergangsrichtung 30°. Dabei besteht insofern eine gewisse Gesetzmäßigkeit, als am Schadum die Damara-, in der Kataraktenzone von Andara aber die Lebombo- bis Tscherilerichtung überwiegt, während in den Tscherilebergen beide Richtungen unter gewaltiger Zerklüftung und Pressung der Gesteine zum Ausdruck kommen. Die Ngamischichten im Schadumtal streichen dagegen nach W.N.W., und sehr interessant ist es zu sehen, wie sich diese Richtung durch Zerklüftung in den benachbarten Chanseschichten wiederholt.

Versuchen wir nun die topographische Gliederung durch den geologischen Aufbau des Grundgesteins zu erklären und damit überhaupt verständlich zu machen, so gelingt das nur teilweise.

Über die südliche Kalahari können wir hinweggehen, denn nur die Randgebiete sind lückenhaft bekannt.

Die Bodenschwellen, die die Becken trennen, haben nur streckenweise einen geschlossenen geologischen Bau. So kann man die ^{2}Oas-Viktoriaschwelle vom ^{2}Oasplateau bis zum Ngamifluß für einen einheitlichen Gebirgszug halten, der aber mit der nordöstlichen Fortsetzung zwischen Ngamifluß und Sambesi nicht ohne weiteres in Verbindung gebracht werden kann. Noch weniger einheitlich ist die Otavi-Genye-Schwelle. Die Otavihalbinsel, die Kataraktenzone von Andara und die von Genye bestehen alle aus verschiedenen Formationen, deren Streichen durchaus nicht gleichsinnig ist. Um einheitliche Gebirgszüge handelt es sich also wohl kaum. Der Bau der Wasserscheide gegen das Kongobecken entzieht sich vollends unserer Beurteilung.

Welchen Charakter die Becken zwischen den Bodenschwellen besitzen, ist nicht mit Sicherheit erkennbar. Es wäre wohl denkbar, daß sie ursprüngliche Senkungen zwischen den Gebirgszügen der Bodenschwellen sind, die heutzutage zu Ebenen abgetragen sind, allein ebensogut ließen sie sich als sekundäre Einbrüche auffassen. Der Charakter der Beckenränder am Ngami und bei ^{1}Gam würde solcher Auffassung nicht widersprechen. Die Einsenkung der Salzpfannenniederung, die im Norden und Süden von der Mandelsteindecke begrenzt wird und deren Boden vielleicht auch an der Soapfanne selbst aus dem gleichen Gestein besteht, könnte sehr wohl als Einbruchsbecken erklärt werden. Genau dasselbe läßt sich aber vom Nordostende des Okavangobeckens sagen. Im Bereich der Kwando-Sambesi scheint es ja gleichfalls innerhalb der Mandelsteindecke zu liegen. Indes sind unsere Kenntnisse zu gering, als daß man zu einer bestimmten Auffassung gelangen könnte. Wichtig ist jedenfalls das Auftreten zweifelloser Einbrüche im Grundgestein in der Nähe, nämlich im Kafue-Loangwagebiet und dem Quellgebiet des Kongo. Es wäre also nichts Auffallendes, wenn jene Zone der Einbrüche, die besonders in Ostafrika so ausgeprägt ist, sich bis in die Kalahari fortsetzte.

Über die Zeit jener Einbrüche sind wir nur teilweise orientiert. Sicher ist es, daß manche derselben sehr jungen Alters sind, wie z. B. die Grabenbrüche Ostafrikas mit den jungvulkanischen Bildungen. Andere mögen alt sein,

z. B. der des Tanganika mit seiner Reliktenfauna, ebenso die Becken der Loangwa-Kafuegegend, deren verkieselte Hölzer führende Sandsteine wohl der Karroformation oder gar dem Karbon angehören.

Daß auch in unserem Gebiet tektonische Bewegungen in relativ junger Zeit stattgefunden haben dürften, darauf weist das Vorkommen von Phonolith im Quellgebiet des Lualaba und eventuell der Tschilungwakrater, sowie die Krater von Wankie hin, die möglicherweise jüngeren Datums sind.

In dem Okavango- und Makarrikarribecken sind dagegen bisher keine Spuren jüngerer Ausbrüche gefunden worden. Nur eine einzige Notiz *Livingstones* weist darauf hin, nämlich, daß am Kwando Basalt den Kalktuff in zuckerkörnigen Kalk verwandelt habe. In Verbindung mit den Kratern bei Wankie verdient diese Angabe gewiß Beachtung.

Diese Becken führen uns aber direkt zu der Frage, ob jüngere Formationen als Ngami-Mangwatoschichten einst den Kontinent bedeckt haben.

E) Karroschichten und Mesozoikum in der Kalahari.

Bis jetzt fehlen alle Andeutungen dafür, daß nach Aufrichtung der Ngamischichten und Eruption des Loalomandelsteins das Meer jemals wieder eingedrungen wäre. Dagegen kann man die Möglichkeit, daß zur Karrozeit auf den denudierten Gebirgen der Kalahari sich kontinentale Schichten abgelagert hätten, nicht absolut von der Hand weisen. Daß die kapländische Fazies der Karrooformation, die ja noch in der südlichen Kalahari entwickelt ist, bis hierher gereicht hätte, ist nicht wahrscheinlich. Sie zeigt schon im südlichen Transvaal unverkennbar die Neigung sich auszukeilen. Wohl aber könnte sich von N.O. her die Formation der Sandsteine mit Kohlen und verkieseltem Holz vom Matebelagraben her bis hierher ausgedehnt haben. Notwendig ist diese Annahme freilich nicht.

Ist es schon sehr unsicher, daß jemals die Karroschichten das Kalaharigebiet bedeckt haben, so ist die Annahme einer marinen mesozoischen Transgression, die ja in den Küstengebieten sehr wohl nachweisbar ist, für das Innere des Kontinents erst recht unwahrscheinlich. Ich persönlich neige zu der Ansicht, daß das Kalaharigebiet auch während der Karrozeit als Gebirgsland aufragte und die Wiege jener Gletscher war, die zur Dwykazeit nach Süden vordrangen. Während des Mesozoikums erfolgte dann aber die Abtragung der Gebirge durch lange Zeiträume hin, und während dieser Zeit wurde der Boden für die Deckschichten geebnet, die auf der Denudationsfläche zur Ablagerung gelangten und selbst aus dem zerkleinerten und chemisch gelösten Material der älteren Gesteine bestehen.

Kapitel XXXIII.

Die Entwicklung des südafrikanischen Kontinentalsockels.

Wenn ich in diesem Kapitel den Versuch wage, die Geschichte des Kontinents kurz darzustellen und damit gewissermaßen die Hauptergebnisse der Untersuchungen zusammenzufassen, so bin ich mir des hypothetischen Charakters solcher Darstellung wohl bewußt, und bin ich selbst überzeugt, daß die eingehende geologische Aufnahme Südafrikas in Zukunft zu ganz wesentlich anderer Auffassung gelangen wird. Nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse könnte man aber wohl folgende Perioden im Lauf der geologischen Entwicklung Südafrikas unterscheiden.

Periode I. Das primäre Alpengebirge — der erste Kontinent.

Die Gesteine der Primärformation bildeten ursprünglich — das kann man mit Sicherheit sagen — ein gewaltiges Gebirge mit Faltensystemen, Abbrüchen, Granitintrusionen, Diabas- und Quarzporphyr-Eruptionen. Der Kontinent, von welchem die Sandsteine, Grauwacken, Schiefertone, die z. T. total in kristalline Schiefer und selbst Gneise umgewandelt sind, ihrerseits herstammen, ist nicht bekannt. Ebensowenig ist es sicher, ob in Südafrika eine Urgneis- und Urschieferformation innerhalb der Primärformation unterschieden werden kann und ob überhaupt mehrere Formationen in unserer Primärformation stecken. Die Annahme *Hübners*, daß der Granit jünger sei als der Gneis — Urgneisformation — und älter als die kristallinen Schiefer, weil wohl Gneisstücke im Granit vorkommen, aber niemals Schiefer, ist nicht richtig, denn einmal ist der Granit ganz sicher in vielen Fällen jünger als die Schiefer und ferner können die Gneise selbst völlig metamorphosierte Sedimentgesteine von gleichem Alter, wie die Schiefer sein. Dagegen hat *Cornet* im Katangadistrikt kristalline Schiefer mit Granit und Gneis als Geröll gefunden. Aber auch dort handelt es sich nicht um eine Urgneis- und Urschieferformation, da ja zusammen mit den anscheinend ältesten Gneisen auch Schiefer reichlich vorkommen. Jedenfalls weisen *Cornets* Aufnahmen aber darauf hin, daß die Primärformation im Katangadistrikt nicht einheitlich ist.

Für Südafrika hat sich das bisher nicht nachweisen lassen.*) Immerhin ist

*) Vor kurzem hat jedoch *Corstorphine* Beobachtungen über eine „neue Formation“ vulkanischer Natur zwischen den Witwatersrand- und Blackreefschichten gemacht, und zwar an 5 Stellen im südlichen Transvaal. Es handelt sich um Konglomerate, Breccien und vulkanische Gesteine. (Transact. of the Geol. Soc. of S. Africa. Bd. VI. S. 99—100.)

es durchaus möglich, daß auch sie aus mehreren Stufen sich aufbaut und daß z. B. die Witwatersrandschichten, die Chanseschichten und andere nicht metamorphe Glieder der Primärformation jünger sind als die stark metamorphen. Ebenso zweifellos ist es aber auch, daß von rein kristallinen Gesteinen, wie Gneisen, zu rein klastischen Grauwacken und Sandsteinen häufig ein ganz allmählicher Übergang stattfindet, so z. B. in Westgrikwaland und am unteren Kongo.

Eine Rekonstruktion der primären Alpen ist z. Z. nicht möglich. Denn die Kenntnisse genügen in keiner Weise, um die alten Faltensysteme verfolgen zu können. Einfache Angaben über Streichen und Fallen der Schichten ohne systematische Aufnahmen über größere Räume führen außerdem leicht irre, weil die Granitintrusionen häufig mantelförmig von den Schichten der Primärformation umgeben werden. Ohne bisher erkennbaren inneren Grund lassen sich aber drei Zonen unterscheiden, die petrographisch voneinander abweichen, nämlich zwei kristalline Zonen mit vorherrschenden Granit- und Gneismassen, die den Ost- und Westküstengebirgen entsprechen, und eine klastische Mittelzone mit spärlichen oder ganz ohne Granitintrusionen.

a) Die kristalline Ostzone.

Sie umfaßt das Nyassa-Schirehochland, das Batokaplateau und Matabeleland, Transvaal, Betschuanaland und endet in Natal im Meeresniveau. Auffällig ist es, daß die Gesteine nach Süden hin immer mehr durch Schiefer vertreten werden, während Gneise zurücktreten. Aber die Granitstöcke fehlen auch im Süden nicht.

b) Die kristalline Westzone.

Ganz wie bei der Ostzone herrschen im Süden bis zum Oranje Schiefer und selbst klastische Gesteine vor. Erst im Groß-Namaland dominiert der Gneis; Schiefer sind untergeordnet. Das gleiche ist im Damarahochland der Fall. Im Schellagebirge und dem Angolahochland spielen Gneise und Schiefer sicherlich eine große Rolle, es ist aber fraglich, welches Gestein überwiegt.

Am unteren Kongo bildet der Gneis und Granit nur eine schmale Zone an der Küste. Nach Osten folgen kristalline Schiefer, die allmählich in klastische Gesteine übergehen. Die kristalline, S.O.-N.W.-streichende Zone streicht zwischen dem Kwilu und Ogowe am Meer aus.

c) Die klastische Mittelzone.

Bereits im Kapgebiet scheinen klastische Gesteine zu überwiegen und kristalline Schiefer auf die Umgebung der Granitmassive beschränkt zu sein, ebenso im Westgrikwaland. Doch fehlen dort Granitmassive nicht ganz. Im Ngamiland bestehen die Schichten — von dem Okwagranit abgesehen — ganz aus klastischen Gesteinen, und nur lokal, wie in den Tschorilobergen, die ganz enorm tektonisch beeinflußt worden sind, werden sie kristallinisch. Im Gebiet der Kongo-Sambesi-Wasserscheide sind anscheinend ebenfalls klastische Gesteine vorherrschend, indes fehlt Granit nicht völlig, und im Katangadistrikt sind deutliche Granitmassive mit einem Mantel kristalliner Gesteine neben rein klastischen sicher vorhanden.

Auch ohne den Bau des primären Alpengebirges zu kennen, darf man wohl annehmen, daß die Ausbildung der kristallinen Zonen und die Anreicherung der Graniteruptionen in innerem Zusammenhang mit dem Aufbau desselben stehen dürfte, sei es, daß die kristallinen Zonen Regionen stärkster Gebirgsbildung waren, sei es, daß doch die Gneise, resp. kristallinen Schiefer, teilweise wenigstens — z. B. im Damara- und Matabelehochland — einer älteren Formation als die klastischen Gesteine der Mittelzone angehören mögen.

Periode II. Die kambrische(?) Transgression.

Bezüglich der nächsten Periode herrscht noch insofern Unklarheit, als wir nicht wissen, ob die Lydenburger Schichten mit den Cango-Ibiquas-Schichten oder den Kapschichten identisch sind. Je nachdem die eine oder andere Annahme zutrifft, fällt die totale Abrasion des Primärgebirges entweder in das Praekambrium(?) oder in die Devonzeit. Das präkambrische oder kambrische Alter der Lydenburger Schichten ist ganz unsicher, und *Gürichs* Archaeocyatbiana — vorausgesetzt, daß der sie enthaltende Kalkstein Otavikalk ist — würde der einzige Anhaltspunkt für kambrisches Alter sein. Die auffallende petrographische Ähnlichkeit mit dem nordamerikanischen Praekambrium und Kambrium gestattet auch keine weiteren Schlüsse. Nehmen wir indes an, die Lydenburger und Basisbreccien-Schichten wären identisch mit den Cango- und Ibiquasschichten und kambrischen(?) Alters. Dann besteht die Periode II in einer totalen kambrischen(?) Abrasion mit Ablagerung der Lydenburger Schichten auf der Abrasionsfläche. Das Konglomerat auf der Basis der Blackreef-Schichten könnte sehr wohl als Transgressionskonglomerat aufgefaßt werden. Auffallend ist aber die Transgression der mittleren Stufe, des Kalksteins und Dolomits über die Primärschichten ohne liegende Sandsteine und Konglomerate. Sollte das Meer in eingebrochene Becken eingedrungen sein ohne Vorarbeit der Brandungswelle? Solche Transgression könnte in der südlichen Kalahari, im Kaukaufeld und vielleicht auch im Otavigebiet eingetreten sein.

Periode III. Entstehung des zweiten Kontinents, Aufrichtung der Lydenburger Schichten, Ablagerung der Basisbreccien-Schichten.

Da die Basisbreccien-Schichten aus Material der Lydenburger Schichten und der Primärformation bestehen, so müssen die beiden letzteren von neuem aus dem Meer aufgetaucht sein, und zwar mit tektonischen Störungen. Denn die Matsapschichten liegen diskordant auf den Doornbergschichten. Vulkanische Ausbrüche scheinen aber nicht stattgefunden zu haben.

Die Entstehungsart der Basisbreccien-Schichten ist sehr unsicher. Sie machen kaum den Eindruck von Meeresablagerungen. Sollten es Landbildungen sein? Auffallend sind vor allem die riesenhaften Verkieselungen der Schiefer, Sandsteine, Kalke und Dolomite der Basisbreccien- und Lydenburger Schichten, die durchweg oder teilweise älter sind als die permische Glazialzeit.

Sind sie eine Landablagerung, dann ist der zweite Kontinent der definitive, der wohl durch spätere Abbrüche in seiner Gestalt wesentlich modifiziert wurde, aber nicht wieder unter das Meer tauchte. Er wäre damit identisch mit dem großen brasilianisch-afrikanisch-indisch-australischen Festland — *Suess'* Gondwanaland.

Periode IV. Die zweite Periode der Gebirgsbildung und der vulkanischen Tätigkeit.

Erst nach Ablagerung der Basisbreccien-Schichten trat eine energische Gebirgsbildung ein, die zwar nicht die Energie der primären Gebirgsbildung erreichte, aber doch von Faltungen und vulkanischen Ausbrüchen begleitet war. Die Faltung der Langeberge in Westgrikwaland, die Faltungen im Katangagebiet und am unteren Kongo mögen in diese Periode fallen. In Westgrikwaland brachen Diabase durch, und zwischen Beervley und Strydenburg lag ein Zentrum vulkanischer Tätigkeit mit Lavaströmen. In Transvaal drang der rote Granit vielleicht in dieser Zeit als Lakkolith zwischen Waterbergsandstein und Pretoriaschichten ein, da er jünger als diese und älter als die Karroschichten ist.

Periode V. Die paläozoische Randtransgression.

Auf dem Festland folgte eine Periode energischer Denudation. Gebirge wurden abgetragen, Täler eingeschnitten. Vermutlich erfolgte diese Denudation zu derselben Zeit, wie die Bildung der Kapschichten, und eben aus den Denudationsprodukten mögen letztere aufgebaut worden sein.

Das Devonmeer drang transgredierend gegen das Festland vor, und zwar nachweislich im Gebiet der Kapkolonie, ebenso wie in Nordafrika. Vielleicht ist der Tafelbergsandstein bereits silurischen Alters, da ja die Bokkeveldtschichten unterdevonische Fossilien enthalten. Die Transgression scheint keinen bedeutenden Umfang erreicht zu haben, denn der Tafelbergsandstein scheint sich im Gebiet des Olifantrevier bereits auszukeilen.

Während der Ablagerung des Tafelbergsandsteins war das Festland möglicherweise stellenweise vereist gewesen, und es kam innerhalb des Sandsteins vielleicht zur Ablagerung von Gletscherschlamm mit geschrammten Blöcken — Driftablagerung (S. 44).

Periode VI. Die Karrozeit — Perm und Trias.

Die Karbonzeit geht fast spurlos vorüber, d. h. sie ist nicht durch charakteristische Ablagerungen nachweisbar. Nur in der Sambesiniederung liegen die Kohlen von Tete mit oberkarbonischer Flora. Im Süden gehen dagegen die Kapschichten ganz allmählich über in das Dwykakonglomerat. Während der Permzeit war nach *Corstorphine* der Kontinent im Norden vereist, Grundmoränen erfüllten die Täler, im Süden entstand submarin oder in einem Festlandsee das Dwykakonglomerat. Nach mehrmaligem Schwanken — anscheinend 2 Vorstöße des Eises in Westgrikwaland — zog sich das Eis definitiv zurück, und in Landseen, vielleicht bereits bei trockenem Steppenklima, entstand die Ablagerung der Ekka- und Beaufortschichten. Während der Ekkazeit, ja nach *Corstorphines* Ansicht noch während der Dwykazeit, kam es zur Entstehung von Kohlenlagern, die vielleicht aus alten Mooren oder Tundren hervorgegangen sind.

Periode VII. Die Entstehung des Kapländischen Faltengebirges und die Ablagerung der oberen Karroschichten. (Stormbergschichten). — Rhät oder Lias (?)

Nach den Beobachtungen von *Schwarz* scheinen die Stormbergschichten erst nach Durchbruch der Diabase der Beaufortschichten zur Ablagerung gelangt zu sein. Ist das der Fall, dann möchte ich glauben, daß beide Momente in engem Zusammenhang mit der Aufwölbung des Kapländischen Faltengebirges stehen.

Die Falten sind senkrecht zur Längsachse nach W., resp. S. übergeschoben. Das Widerlager lag also im Gebiet des heutigen Meeres. Innerhalb des Bogens der sich vorschiebenden Falte konnte nun sehr wohl ein Senkungsfeld mit vulkanischen Ausbrüchen entstehen. Dieses Senkungsfeld dürfte das heutige Gebiet der unteren und mittleren Karroschichten in der Kapkolonie sein, wo ja die intrusiven Diabase in so intensiver Weise entwickelt sind. Das aufgerichtete Gebirge gab nun seinerseits das Material für die Sandsteine der Stormbergschichten ab, die innerhalb des niedergebrochenen Beckens zur Ablagerung gelangten.

Solche Auffassung erklärt zweierlei, einmal das Auftreten der Diabase in den mittleren und unteren Karroschichten und zweitens die Herkunft des Materials der oberen Karroschichten. Um letztere zu erklären, nimmt *Schwarz* einen Kontinent oder großen Archipel im heutigen indischen Ozean an — das ließe man sich noch gefallen. Aber sein Versuch, den Durchbruch der Diabase

dadurch zu erklären, daß die Erdrinde unter der Last der sich ansammelnden Karrosedimente zusammengebrochen sei, möchte mir gewagt erscheinen.*)

Wenn die Stormbergschichten heutzutage gar nicht in der Nähe des Faltengebirges entwickelt sind, so kann man angesichts der absoluten Höhenlage von Beaufort- und Stormbergschichten das Fehlen der letzteren im Westen sehr wohl durch Abtragung erklären. Daß aber das Faltengebirge einst viel weiter nach O. reichte, d. h. südlich von Kaffraria und Natal lag und das heutige Gebiet der Stormbergschichten begrenzte, ist wohl anzunehmen, da seine Ketten an der heutigen Küste plötzlich abbrechen.

Periode VIII. Die nördliche Fazies der Karroformation.

Bisher haben wir nur die Karroschichten Südafrikas besprochen, die glazialen Bildungen der Dwykazeit, die Beaufortschichten mit ihren Dinosauriern und schließlich die kohlenreichen Stormbergschichten.

Im Matabeleland beginnt nun aber eine Formation, die durch die gewaltige Ausbildung fossilleerer Sandsteine von meist roter Farbe und lokal eingelagerten Schiefertonen und grauen Sandsteinen mit Kohlenflözen und Fossilien, sowie untergeordnet von Kalksteinen ausgezeichnet ist. Ihr Alter ist permo-triassisch. Den Fossilien nach sind diese Schichten zwar nur im Sambesi-Nyassa-Gebiet nachgewiesen, allein in der gleichen petrographischen Beschaffenheit, d. h. der Sandsteine und Kalke im oberen Niveau, sind sie in Ostafrika und im Kongobecken entwickelt (Kundelunguschichten).

Diese Fazies wird für eine kontinentale Bildung gehalten, ebenso wie die südliche Fazies, und zwar fluviatil-lacustrinen Ursprungs. Vielleicht sind die Sandsteine aber teilweise äolische Bildungen. *Molyneux* wenigstens meint, daß die Forrest Sandstones des Matabelelandes anscheinend in trockenem Klima entstanden seien.

Betreten wir den Sudan, so stoßen wir auf mächtige Ablagerungen fossilleerer Sandsteine, die sich mit den Karroschichten vorläufig nicht identifizieren lassen, allein im Ostsudan nach Norden hin in den nubischen Sandstein übergehen. Dieser nubische Sandstein ist in Ägypten nach *Blankenhorn* eine äolische, kontinentale Bildung aus der Zeit zwischen Perm und oberer Kreide, während seine oberen Partien marine obercretaceische Ablagerungen sind.

Man gewinnt also den Eindruck, daß nach der Permzeit ein gewaltiger Erdteil im Gebiet unseres heutigen Afrika existierte, der sich mit kontinentalen Ablagerungen lacustriner, fluviatiler und äolischer Natur bedeckte — *Suess'* Gendwanaland. Allein dieser Erdteil reichte weiter nach Westen und Osten. Brasilien und Guyana waren mit ihm verbunden, und auch dort haben wir über altem, kristallinem Gebirge die mächtigen fossilleeren Sandsteine. Nach Osten hin erstreckt er sich bis Indien und vielleicht Australien. Im Laufe der Jurazeit traten aber durchgreifende Veränderungen ein.

Periode IX. Die Ausbildung der Umrisse und Oberflächenformen Südafrikas.

Nach Ablagerung der Stormbergschichten erhielt Südafrika durch riesige Randbrüche seine heutigen Umrisse, vielleicht entstand auch gleichzeitig im Inneren die Flachbeckensenke.

---

*) Die Annahme von *Schwarz*, daß solche Sedimentmassen sich anhäufen könnten nur deshalb, weil die Erdrinde unter der Last der Sedimente beständig sinke, möchte mir freilich nicht recht einlauchten, anbetracht der doch nur verhältnismäßig geringen Sedimentmasse zur starren Kruste. Die Annahme einer langsamen Anhäufung von Sediment in einem kontinentalen Becken erklärt die Mächtigkeit solcher Landablagerungen, wie es die Karroschichten wohl sind, meiner Schätzung nach auch ohne jene Hypothese.

1) Die Beckeneinbrüche.

Die Entstehung der Graben von Loangwa, Lukassaschi, Sambesi und der Matobelagraben ist ihrem Alter nach insofern bestimmt als die abgesunkenen Sandsteine, die auf ihrem Boden liegen, teils mit Sicherheit, teils mit Wahrscheinlichkeit der Karroformation angehören. Ob die Einbrüche aber nach Ablagerung der Stormbergschichten zusammen mit den Randbrüchen stattfanden, ist nicht bekannt. Möglicherweise sind sie voneinander unabhängig. Wahrscheinlich ist es ja, daß die den Umriß des Kontinents bedingenden gewaltigen tektonischen Eingriffe auch für die Oberflächenform des Inneren maßgebend wurden, d. h. daß die Ränder in relativ hohes, das Innere in relativ tiefes Niveau kamen, also die Randgebirge und die Flachbeckensenke entstanden, nebst einer großen Zahl untergeordneter Becken und Gräben zwischen dem Bersabagraben in Südwestafrika und Ostafrika.

Gleichzeitig wohl mit dem Einsinken der Becken erfolgten Eruptionen vulkanischer Gesteine. Im Bersabagraben entstand der Stratovulkan des Geitse !Gubib, im Okavangobecken brachen die Ngamidiabase, im Makarrikarribecken und nordöstlichen Okavangobecken aber die gewaltigen Decken des Loalemandelsteins hervor. Derselben Ausbruchsperiode gehört vielleicht der Buschfeldmandelstein Transvaals an.

2) Die großen Randbrüche des heutigen Kontinents.

Sicher erst nach Ablagerung der Stormbergschichten erhielt der Kontinent seine heutigen Grenzen. Riesige Schollenmassen sanken im Osten, Süden und Westen ab, und zwar wohl staffelförmig auf langen Linien (Natal). Die auffallendsten Brüche, resp. Bruchzonen, sind folgende.

a) An der Ostküste der Lebombobruch, der Abfall des Matabelehochlandes und des Nyassahochlandes.

b) Der Stufenabfall in Natal und Kaffraria.

c) Die stufenförmigen Abbrüche innerhalb des Faltengebirges parallel der Südküste und dem Beginn der Westküste. Am auffallendsten ist der Worcesterbruch mit 3000 m Sprunghöhe.

d) Man kann wohl mit Sicherheit annehmen, daß die Westküste gleichfalls einem System von Brüchen ihre Form verdankt. In Klein-Namaland, wo die Karroschichten an der Küste abbrechen, ist dieser Bau unverkennbar. Dagegen sind deutliche Bruchlinien in dem allmählich ansteigenden kristallinen Küstenvorland des Groß-Nama- und Damaralandes nicht zu ziehen. Erst im Kaokofeld, wo die horizontal lagernden Kaokofeldschichten jäh enden, tritt die Bruchnatur des Küstengebiets wieder hervor. Ebenso in dem steilen Absturz des Schellagebirges.

Es scheint nun der Abbruch der großen Schollenmassen, der ja mit der Zerstücklung von „Gondwanaland“ identisch ist, meist von riesigen Ausbrüchen vulkanischer Gesteine begleitet gewesen zu sein.

Am deutlichsten sind die Verhältnisse in Kaffraria, wo die Vulkanreihe zwischen Bassuto- und Ostgrikwaland enorme Lavamassen aus einer mächtigen Bruchspalte herausbeförderte.

Die Reste einer noch bedeutenderen, aber völlig abgetragenen Vulkankette dürfte der Porphyrzug der Lebombokette vorstellen, der wohl eine mächtige N.-S. streichende Bruchspalte ausfüllt. Porphyrische Gesteine liegen auch am Bruchrand des Matabelelandes im Gasaland. In dieselbe Zeit fällt vielleicht der Einbruch der Limpoposenke mit den Ausbrüchen des Vulkangebiets von Tuli. Indes ist es bei dem Vorhandensein von Kratern und Lavaströmen daselbst doch denkbar, daß hier in noch jüngerer Zeit, etwa im Tertiär, Eruptionen erfolgten.

Am Sambesi mögen die Porphyrite im Becken von Sena und Tete in die Periode der Randbrüche fallen.

In dem Bruchsystem der Südküste, das das Faltengebirge durchsetzt, sind vulkanische Gesteine — abgesehen von einem Stock von Melilitbasalt in den Enonschichten — nicht bekannt. Dagegen ist es sehr wohl möglich, daß die Decken von Mandelstein im Kaokofeld und die sog. „Basalte" des Schellagebirges mit den Abbrüchen der Westseite des Kontinents im engsten Zusammenhang stehen, und daß dort eine ähnliche Vulkankette einst riesige Lavamassen entsandt hat, wie in Ostgrikwaland.

Auch in dem Gebiet am oberen Kuisip, zwischen dem kristallinen Damarahochland und den Sandsteinen des Namalandes sollen Porphyre, wie sie *Gürich* bereits aus der Rehoboter Gegend beschreibt, in ganz gewaltiger Ausdehnung vorkommen, z. B. im ganzen Naukluftgebiet, wie mir Herr Stabsarzt Dr. *Sander* persönlich mitteilte. In der Literatur sind letztere bisher nirgends erwähnt worden.

Die Abbrüche erfolgten anscheinend während der Jurazeit, und zwar zwischen Lias und Neocom, und schufen die heutigen Küsten — d. h. der Hauptsache nach — zwischen dem Kapland und Kamerun auf der einen und Abessinien auf der anderen Seite. Das kann man aus den mesozoischen Anlagerungen mit Bestimmtheit schließen, die teils bereits der Jurazeit angehören (oberer Dogger und Malm in Ostafrika und Abessinien), teils der Übergangszeit zwischen Malm und Neocom (Uitenhageschicht), teils der Kreide (Sululand, Angola, Kamerunküste).

Diese Randbrüche brauchten selbstverständlich nicht zu einer Trennung von Südamerika, Madagaskar und Indien geführt haben, indem die Senkungsfelder nur stellenweise vom Meer eingenommen wurden, z. B. von einem Jurameer in Ostafrika, demnach für die Pflanzen und Tiere Landverbindungen, für die Meeresfaunen aber trennende Schranken bestehen blieben.

So hatte denn der Kontinent etwa in der mittleren Jurazeit im wesentlichen seine heutige Form erhalten, und wir wollen nun sein weiteres Schicksal während der folgenden Periode verfolgen.

Kapitel XXXIV.

Die Deckschichten.

Der Aufrichtung der Ngamischichten, dem Einbruch der Becken und der Eruption der Ngamidiabase, Loalemandelstein u. s. w. muß im Bereich der heutigen Kalahari eine lange Periode der Abtragung gefolgt sein. Von marinen Ablagerungen fehlt jede Andeutung. Auf dem eingeebneten Grundgestein entstanden zuerst die Botletleschichten, Kalaharikalk und -sand folgen. Jüngere Bildungen schließen endlich die Deckschichten ab.

Wir wollen nun zunächst die verschiedenen Glieder derselben der Reihe nach besprechen und dann einen Versuch machen, diese Formationen zu erklären.

A) Die Botletleschichten.

I. Die Gesteine.

Die Botletleschichten sind petrographisch sehr mannigfaltig zusammengesetzt, lassen sich aber in vier Klassen einteilen, in

1) Eingekieselte Gesteine,
2) Kalkige Gesteine,
3) Verkieselte Gesteine,
4) Laterite.

1) Die eingekieselten Gesteine.

Diese bestehen aus Sandsteinen mit Chalcedonzement, das in relativ junger Zeit durch Lösungen in lose Sande gelangt ist und sie verkittet hat. Die Einkieselung ist in vielen Fällen ein relativ lokaler Vorgang gewesen, wohl entsprechend lokal zirkulierendem Wasser.

Sehr interessant sind die brecciösen Gesteine. Reine Chalcedonmassen, aber auch Chalcedonsandsteine, sind zersprungen und von neuem durch Chacedonsandstein verkittet worden.

Eine andere sehr wichtige Klasse sind die Übergangsgesteine. Alte Gesteine, namentlich der Ngami-Schichten, sind mit Chalcedon förmlich durchtränkt. Sie müssen ein mechanisch gelockertes Gefüge besessen haben, auch sind sie vielfach oberflächlich zersprungen, oder selbst in losen, eckigen, unzersetzten Schutt umgewandelt gewesen. Aber Chalcedon und Chalcedonsandstein haben die Fugen ausgefüllt und wieder ein festes Gestein erzeugt.

Diese Gesteine finden sich am Ostrand der Kalahari auf dem Loaleplateau, sie bedecken zum großen Teil das Mahurafeld, sind am Botletle, im Okavangobecken, am Ngami und an den Popafällen gut entwickelt, ebenso auf dem Ngamirumpf, im Chansefeld, auf dem ²Oasplateau. Im Kaukaufelde spielen sie keine sehr große Rolle, wohl aber am Sambesi im Gebiet der Viktoriafälle und wohl auch im Zentraltal des Sambesi. Ob sie in der nördlichen Kalahari weitere Verbreitung besitzen, ist nicht bekannt.

2) Die kalkigen Gesteine.

Über den eingekieselten Chalcedonsandsteinen oder auch über dem Grundgestein liegen Sandsteine mit überschüssigem Kalkzement. Diese sind von den Chalcedonsandsteinen manchmal sehr scharf getrennt, in anderen Fällen findet ein allmählicher Übergang unter Wechsel des Zements statt. Über dem Grundgestein bilden diese Kalksandsteine häufig eine Breccie, indem sie in Spalten desselben eindringen, lose Blöcke umhüllen und verkitten. Nach oben hin gehen sie manchmal in Kalksteine über, und diese zeigen dann häufig dieselbe brecciöse Struktur, wie die Chalcedonsandsteine, d. h. Spalten und lose Stücke des Kalks werden durch Kalksandstein verkittet.

Organische Reste irgendwelcher Art wurden nie gefunden.

Bemerkenswert ist der Gehalt an Salzen. Im Schadumtal fand sich ja unter einer harten Bank eine kalkreiche Salzschicht, und zwar dem Geschmack nach vorwiegend Na^2SO^4. Ferner bilden diese Kalksandsteine mit Vorliebe den Boden von Kalkpfannen und besonders auch die Umrandung der Salzpfannen des Makarrikarribeckens.

3) Verkieselte Gesteine.

Die soeben besprochenen Kalksandsteine nun sind in vielen Gegenden mehr oder weniger verkieselt worden, so namentlich im Chansefeld, im Makarrikarribecken, am Botletle, am Ngami und im Kaukaufeld. Die Verkieselung ist diffus oder knollenförmig, bald ausgedehnt, bald beschränkt, scharf abgegrenzt gegen den Kalksandstein oder allmählich in diesen übergehend.

4) Laterite.

Die eingekieselten Chalcedonsandsteine, in einem Fall auch total verkieselter Kalksandstein, sind oberflächlich — am Loaleplateau bis zu 4 m Tiefe — in Laterit umgewandelt worden. Es handelt sich teils um echten in situ entstandenen zelligen Brauneisenstein mit Resten des primären Gesteins, teils um schaliges Bohnerz. Letzteres ist aus eckigen und rundlichen Stücken — Schutt — des Chalcedonsandsteins entstanden.

Laterit kommt meist nur auf relativ hochgelegenem Terrain vor, wie im Mahurafeld und auf dem ²Oasplateau. Im Sambesigebiet an den Viktoriafällen und an den Popafällen liegt er dagegen in relativ geringer Meereshöhe. Wichtig ist, daß er nicht mit Kalaharikalk zusammen vorkommt. Nur die Bohnerze östlich Lotlakane werden von Kalkrinden teilweise überlagert.

II. Mächtigkeit und Lagerungsverhältnisse.

Die **Mächtigkeit** der Botletleschichten scheint nirgends sehr bedeutend zu sein. Größte direkt beobachtete Mächtigkeit, z. B. an dem Matebobelogwe, übersteigt nicht 20—30 m. Am Loaleplateau beträgt sie nicht über 20—25 m. In vielen Fällen aber mag sie viel bedeutender sein, so vor allem in dem Okavangobecken am Südrand des Ngami. Dagegen ist es aber auch sicher, daß sie oft genug nur wenige Meter mächtig sind, ja sogar nur schwache Überzüge

und Schollen bilden. Ein bedeutendes Schwanken in der Mächtigkeit ist gerade recht charakteristisch.

Die Lagerungsverhältnisse weisen sehr interessante und wichtige Erscheinungen auf.

a) Die Betletleschichten schmiegen sich vorhandenen Oberflächenformen an. Sie sind nicht transgredierende Ablagerungen, nicht bestimmend für die Oberfläche des Grundgesteins, im Gegenteil, sie lagern in Vertiefungen und an Gehängen. Wo sie hoch anfragen, sind sie durch Erosion bloßgelegt werden.

b) Mit dem Grundgestein bilden sie häufig eine Breccie. Sowohl die eingekieselten Chalcedonsandsteine als die Kalksandsteine scheinen in den meisten Fällen eckigen, frischen Schutt des Grundgesteins zu verkitten, namentlich auch auf Gehängen.

c) Sie sind recht unabhängig von der Höhenlage. In größter Mächtigkeit sind sie im Makarrikarribecken und am Ngami entwickelt in 900 bis 950 m Meereshöhe, aber auch sehr gut in 1350 m auf dem Lealeplateau und in 1400 m auf dem ²Oasplateau. Diese Differenzen (500 m) haben sie sicherlich niemals früher durch entsprechend größere Mächtigkeit ausgeglichen, andererseits spricht aber auch nichts für eine Trennung der einzelnen Vorkommen durch sekundäre, tektonische Bewegungen, vielmehr ist die wechselnde Höhenlage eine primäre Erscheinung.

d) Sehr bemerkenswert ist ihr unregelmäßiges Auftreten. Nicht nur steigt ihre Oberfläche auf weite Strecken hin auf und ab, sie verschwinden auch plötzlich, treten plötzlich wieder auf in Form kleiner Schollen oder selbst als 25 m hohe, völlig isolierte Hügel (z. B. Matebobolegwe). Dazu kommt, daß zahlreiche lose Stücke von Chalcedon, Chalcedonsandstein etc. in den jungen Formationen liegen.

Aus diesen Verhältnissen kann man zweierlei schließen, einmal, daß die Betletleschichten, namentlich die eingekieselten Chalcedonsandsteine, in ganz erheblichem Umfang zerstört worden sind, sodann, daß sie trotz solcher Annahme eher aus vielen lokalen, als einer großen zusammenhängenden Ablagerung bestehen.

B) Der Kalaharikalk.

Auf den Pfannensandstein folgt eine ebenfalls kalkige Ablagerung, die im allgemeinen von jenem gut zu trennen ist, allein oft genug ist man durchaus im Zweifel, ob ein Kalk von dieser oder jener Formation vorliegt. Das ist besonders im Mahura- und Kaukaufeld der Fall. Der Kalaharikalk hat meist einen anderen jüngeren Habitus, ist selten makroskopisch verkieselt, enthält häufig Molluskenschalen und vor allem Diatomeen, so daß sein sehr junges Alter mit Sicherheit festzustellen ist.

Die Mächtigkeit des Kalaharikalks ist im allgemeinen nicht sehr bedeutend, jedenfalls kann man ihn in dieser Beziehung kaum in prinzipiellen Gegensatz zum Pfannensandstein stellen. Dagegen ist er viel verbreiteter und überzieht weithin die Gesteinsfelder, in denen der Pfannensandstein nur lokale Becken erfüllt oder auf höher gelegenem Terrain nur in kleinen Resten sich findet.

Gehen wir nun zu der Darstellung der verschiedenen Typen des Kalaharikalks über.

I. Die Gesteine.

1) Der Sinterkalk.

Der Sinterkalk ist ein weißer bis gelblicher Kalkstein mit Quarzsandkörnern, zwischen denen sandfreie bis -arme Kalkrinden und Sinterringe liegen.

Schalen rezenter Arten von Land- und Sumpfschnecken sind oft beobachtet worden, aber nicht regelmäßig. Ebenso fehlen Diatomeen meist ganz. Wenn sie überhaupt vorkommen, sind es nur dickschalige Arten, die im Zustand der Zerstörung begriffen sind. In einigen Fällen waren noch Algen nachweisbar, und zwar gerade Arten, die Kalk abscheiden und Polster bilden. Daß dieselben bei der Entstehung der Kalke eine wichtige Rolle gespielt haben, darf man wohl annehmen.

Bei diesem Kalk wiederholt sich die Erscheinung, die wir bei den Botletleschichten finden, nämlich die Verkittung von losem Schutt des Liegenden. Solcher verkitteter Schutt des Grundgesteins wurde oft beobachtet, z. B. am Ngami, auf den 'Kai'kaibergen, auf dem Ngamirumpf und im Chansefeld. Die eckigen Stücke sind frisch, zeigen aber nicht selten eine dünne rote Verwitterungsrinde.

2) Der mürbe Kalksandstein.

Eine wesentlich andere Beschaffenheit zeigt der mürbe Kalksandstein. Er besteht aus Quarzsand, aber Körner von Feldspat, Diabas, Epidot, Chalcedon treten lokal häufig auf. Das Zement ist ein feiner Kalkschlamm im Überschuß. Eigentümlich ist seine Struktur. Er wird nämlich von Röhren durchzogen, die aus kalkreicherem Sand bestehen und anscheinend dem Verlauf ehemaliger Wurzeln und Stengel entsprechen. Ganz feine, von einem feinen Kanal durchbohrte Kalkröhren sind auf feine Wurzelfasern zurückzuführen. Außerdem besitzt aber der Kalksandstein zellige Struktur. Ein Zellwerk von kalkreichen Wänden umschließt kalkärmere Nester. Dieses Zellwerk nimmt nach oben hin zu und schließt sich häufig zu einer harten kompakten Oberflächenbank zusammen, in der Rinden und Sinterstruktur auftreten können. Die Oberfläche dieser Bank ist dann uneben, wellig und wird von einer harten, bis mehrere Zentimeter dicken lamellierten Kalkrinde bedeckt.

Bemerkenswert ist der Gehalt an Kochsalz, der stellenweise durch den Geschmack festzustellen ist. An solchen Stellen treten Verkieselungen auf, die glasige Kerne bilden und an Lößmännchen erinnern. Sie liegen in dem kalkreichen Gerüst des Zellwerks. Auch diese verkieselten Kerne nehmen nach oben hin an Zahl und Größe zu und sind in der harten Oberflächenbank am besten entwickelt. Mikroskopische Verkieselung, d. h. Entstehung von mikroskopischen Chalcedonskeletten, ist in vielen Kalksandsteinen nachweisbar.

Molluskenschalen sind im Kalksandstein häufig, und zwar sind es Schalen rezenter Gastropoden von Land- und Sumpfschnecken der heutigen Süßwassersümpfe und -Flüsse und der Salzpfannen. Nur am Briefbaum am Botletle fand sich im tiefsten Niveau Corbicula africana, die heutzutage im Ngamigebiet nicht mehr beobachtet wurde, wohl aber in nahe verwandter oder gleicher (?) Form im Nilgebiet lebt.

Wichtig ist der Gehalt an Diatomeen, und zwar handelt es sich um Brackwasserformen. Das Auftreten dieser Diatomeen weist auf eine reiche Wasserflora hin, denn es sind meist an Schilf und Pflanzen festsitzende Arten. Keine derselben ist aus älterer Zeit als jüngerem Tertiär bis Diluvium bekannt.

Damit ist das Alter dieser Kalke annähernd festgestellt.

3) Salzmergel.

Der Salzmergel ist, wenn feucht, ein weißlich-gelblicher bis grauer und leicht grünlicher „Ton“, kleisterartig, salzreich, schwer durchlässig für Wasser und durchzogen in vielen Fällen von sandreichen Röhren. Die nähere Untersuchung zeigt nun freilich, daß es sich keineswegs um „Ton“ handelt, sondern um feinen Kalkschlamm. Das erkennt man bereits an der eingetrockneten Substanz. Der Salzgehalt ist so bedeutend, daß sich die austrocknende Oberfläche mit Salz bedeckt.

Näher untersucht wurde nur der Salzmergel des Schadum von der Gnuquelle. Er ist ein sandiger Kalkschlamm mit Natrium- und Calciumsulfat, sowie ein wenig Kochsalz. In anderen Fällen aber ist der Chlornatriumgehalt beträchtlich und neben diesem Salz vorwiegend Magnesiumsulfat vorhanden. Der Tonerdegehalt des Schadummergels ist zusammen mit dem spärlichen Eisenoxyd nur 1,46%, also verdient der Kalkschlamm eigentlich nicht den Namen „Mergel".

Diatomeen wurden in dem Salzmergel des Schadum nicht gefunden, ebensowenig Spiculae oder Molluskenschalen.

Eine Abart des Salzmergels ist wohl der feine weiße, sehr salzreiche Kalkschlamm mit Wurzelröhren und abschilfernden Lagen, der innerhalb des Kalksandsteins im südlichen Makarrikarribecken Pfannen und Mulden ausfüllt. Er ist außerordentlich leicht und locker.

4) Der Salzpelit.

In einigen Salzpfannen findet man eigentümliche Silikatverbindungen als Sediment, die anscheinend aus Salzmergel durch Verkieselung entstanden sind. Diese Bildung ist bei Darstellung der Ntschokutsapfanne so eingehend besprochen werden, daß hier auf jene verwiesen sei.

5) Der Pfannenkalktuff.

Der Pfannenkalktuff ist ein mürber, an Quarzsand armer Kalktuff, der von sandreicheren Röhren durchzogen wird und zahlreiche rezente Molluskenschalen umschließt. Auch an Diatomeen ist er reich, und zwar an Brackwasserdiatomeen, die aber z. T. an Süßwasser sich vorübergehend anpassen konnten. Demnach waren die Brackwasserseen wohl periodischen Überschwemmungen ausgesetzt. Die Seen waren mit Vegetation erfüllt, denn die Diatomeen gehören zum großen Teil Arten an, die auf Schilf und Wasserpflanzen festsitzen.

Der Kalktuff ist die wasserhaltende Schicht der Pfannen und in der Tiefe feucht. Aber an der Oberfläche entsteht durch Austrocknen eine harte Oberflächenbank, die allmählich in den feuchten Kalktuff übergeht.

6) Salzlager.

Wir kommen nun zu einer Ablagerung, die ich persönlich nicht beobachtet habe, die aber vereinzelt vorkommt, nämlich Salze. In einigen Pfannen des Makarrikarrigebiets — z. B. S.W. von Ntschokutsa, am Nata, ferner in der Okakanapfanne westlich der Etosa — tritt Salz als Ausfüllung der Pfanne auf.

Am Nata liegt unter einer Kochsalzdecke ein Schlamm oder „Ton". Von der Salzpfanne S.W. von Ntschokutsa wissen wir nur, daß die Eingeborenen ein unreines, mit Kalk und Sand gemengtes Salz gewinnen, daß der Hauptsache nach Kochsalz sein dürfte.

Am besten bekannt ist die von *Speak* untersuchte Okakannapfanne. Das Salz ist in den oberen Partien Kochsalz, unten schwarzer Schlamm, der hauptsächlich aus Natriumsulfat besteht.

Das Alter dieser Salzlager ist nicht bekannt. Einige, wie z. B. am Nata, mögen rezent sein, allein es ist doch recht wohl möglich, daß auch ältere Salzlager, die die Pluvialzeit überstanden haben, vorkommen.

Theoretisch wichtig ist der Nachweis von kohlensaurem Natron in Okakanna als Kieselsäurelösungsmittel, auch ist es für die Erklärung gewisser Gebilde wichtig, daß Salzlager in beträchtlicher Mächtigkeit, d. h. von einigen Metern, überhaupt nachgewiesen werden sind.

II. Verbreitung, Mächtigkeit, Lagerung.

Die verschiedenen Gesteinstypen des Kalaharikalkes stehen zueinander in gewissen Beziehungen, indem sie z. T. Faziesbildungen sind. Wir können einander als wahrscheinlich gleichalterige, aber regional verschiedene Bildungen den Sinterkalk und den mürben Kalksandstein gegenüberstellen. Dagegen dürften Salzmergel und Pfannenkalktuff verschiedenartige und verschieden alterige Ablagerungen sein.

Der harte Sinterkalk ist typisch in den Gesteinsfeldern entwickelt. Er bildet dort Überzüge, Rinden, Lager auf dem Grundgestein. Seine Mächtigkeit ist wohl nirgends sehr bedeutend, d. h. beträgt höchstens mehrere Meter, kann aber auf Gesteinsbuckeln und -Rücken auf wenige Zentimeter herabgehen.

Der mürbe Kalksandstein tritt in den Sandfeldern auf und bildet unter dem Sand horizontale Lager, die in dem Makarrikarribecken in breiten Flächen zutage treten. Am Botletle ist er durch den Fluß aufgeschlossen. Innerhalb der Sandfelder tritt er lokal zutage, einmal als Umrandung der Brackpfannen, sodann auf den Nordwestseiten mancher Berge. Wo der Sand nicht mächtig ist, liegen über dem Kalk weite Grasflächen, so besonders zu beiden Seiten des Epukiro, nördlich von Chanse, östlich des Chainafeldes.

Der oberflächlich zutage tretende Kalksandstein ist häufig von dem Sinterkalk nicht zu unterscheiden, dort nämlich, wo er eine harte Oberflächenbank besitzt, die mit dem Sinterkalk Ähnlichkeit besitzt.

Der mürbe Kalksandstein wird mehrere Meter mächtig, wie die Aufschlüsse am Botletle zeigen. Wahrscheinlich wurde er in vielen kleineren und größeren Becken abgelagert, die z. T. durch Schranken aus Grundgestein und Chalcedonsandstein getrennt werden. Eine solche Schranke scheidet z. B. den Kalksandstein am Ngamifluß von dem am Botletle und Makarrikarribecken. Der Chalcedonsandsteinwall zwischen der Matanyaebene und dem Ngami dürfte auch eine trennende Scheidewand zwischen zwei Becken sein. Die Niveaudifferenzen sind ja auch zu bedeutend — 1200 m bei Rietfontein, 900 m im Makarrikarribecken — als daß man für die ganze Kalahari eine Kalkfläche annehmen dürfte.

Am Kwando scheint auch ein Becken mit Kalksandstein entwickelt zu sein, wenigstens vergleicht *Livingstone* den Kalktuff daselbst mit dem am Botletle und hält beide für ein Lager. Dagegen trennt er bereits das Kalktuffgebiet am Sambesi im Zentraltal ab, da die Gesteinsschwelle von Genye sich zwischen die beiden Becken schiebt. Ein drittes liegt am Okavango oberhalb Andara, es ist aber fraglich, ob es sich bei diesem, wie bei dem am Sambesi, um Kalksandstein oder Salzmergel handelt.

Sicher entwickelt, und zwar als Umrandung der Etosa, ist der Kalksandstein im nördlichen Damaraland, resp. südlichen Ovamboland. Große Ablagerungen dürfte er in der südlichen Kalahari bilden, wo die Kalkpfannen nach persönlichen Erkundigungen in den gleichen Kalk, wie am Botletle, eingesenkt sein sollen.

Ebensowenig wie in horizontaler ist der Kalksandstein in vertikaler Richtung eine einheitliche Ablagerung. Am Botletle fanden wir mehrere gleichartige Bildungen von Kalksandstein mit Oberflächenbank übereinander. In seiner Ablagerung haben also Unterbrechungen und Wiederholungen stattgefunden.

Salzmergel und Pfannenkalktuff sind beides entschieden lokale Ablagerungen, und zwar in Becken von sehr verschiedener Ausdehnung und umrandet von Kalaharikalk oder Pfannensandstein. Beide sind einander sehr ähnlich und gehen derartig ineinander über, daß man sie z. T. für identische Bildungen halten kann.

Der Salzmergel nimmt im Okavangobecken einen großen Raum ein, unterlagert wahrscheinlich große Teile des ²Kungfeldes und bildet möglicherweise mit dem Kalktuff am Kubango ein einziges Lager. Auch der „helle Ton" des Ovambolandes könnte Salzmergel sein.

Große Flächen bedeckt diese Ablagerung anscheinend in dem Makarrikarribecken, und zwar erfüllt er der *Chapman*schen Beschreibung nach die großen Salzpfannen. Der Kalkmergel der Ntschekutsapfanne ist jedenfalls mit dem Salzmergel identisch.

In den kleineren Brackpfannen, die wir kennen gelernt haben, ist das Kalksediment recht sandig, vielleicht aber auch nur an der Oberfläche.

Der salzreiche feine Kalkschlamm, der im Makarrikarribecken tiefe Pfannen und Mulden, die von Kalksandstein umrandet sind, erfüllt, macht den Eindruck einer jungen Bildung, zumal er nordöstlich von Pompi in jüngst trockengelegtem Sumpf direkt unter einer Decke aus Schilf und verrottender Vegetation liegt.

Der Pfannenkalktuff liegt in den Kalkpfannen der Gesteinsfelder, umgeben von Sinterkalk. In manchen Fällen aber besteht die Umrandung vielleicht aus Kalktuff, der von einer harten Oberflächenbank bedeckt ist. Das Kalktufflager wäre dann also eine sekundäre Bildung innerhalb einer primären, gleichartigen Kalktuffablagerung.

Die Pfannenkalktuffe sind sehr schön zu studieren im Chansefeld, weniger gut im Kaukaufeld. In dem Mahurafeld wurden sie nur in Tlakani, als lokale Bildung in Inkauani beobachtet. Dagegen müssen sie typisch entwickelt sein in Kalkpfannen mit Kalaharikalk oder Pfannensandsteinumrandung innerhalb des Makarrikarribeckens.

Interessant ist das lokale Auftreten von Bänken mürben Kalktuffs mit Gastropoden innerhalb des Kalksandsteins von Mori Mossetla am Ngamifluß, während der lamellierte Kalktuff über der harten Oberflächenbank von Meno a kwena sehr dem feinen abschilfernden Kalkschlamm in den Niederungen des südlichen Makarrikarribeckens ähnelt.

Über die Verbreitung, Mächtigkeit und Lagerung von Salzen und Salzpelit wurden bei ihrer petrographischen Darstellung bereits Bemerkungen gemacht. Beide schließen sich an den Salzmergel an und sind teils Umwandlungsprodukt desselben, teils wohl als Abschluß der Ablagerungen in Salzpfannenbecken anzusehen.

C. Der Kalaharisand.

1) Petrographisches.

Diese gewaltige Ablagerung, die dem inneren Becken Südafrikas seinen eigenartigen Charakter verleiht, ist im großen und ganzen recht einheitlich zusammengesetzt, besteht aber doch aus verschiedenen charakteristischen Typen. Man kann deren fünf unterscheiden:

a) den roten Sand,
b) den weißen Sand,
c) den grauen humosen Sand,
d) kalkreichen Sand,
e) Schotterlager.

a) Der rote Sand.

Weitaus der größte Teil der südlichen und mittleren Kalahari ist von einem roten bis graurötlichen Sand bedeckt, der mäßig staubreich ist. Er besteht aus Quarzkörnern, die abgerundet bis eckig sind, enthält reichlich Quarzsplitter und vielfach Brocken anderer Gesteine, Feldspat, Epidot, Chalcedon, Glimmer. Es ist also ein ziemlich unreiner Sand. An der Oberfläche ist er stets durch Vegetabilien graurötlich gefärbt, nämlich innerhalb der Zone der Wurzeln von Gräsern, Sträuchern, Bäumen, d. h. also innerhalb der Vegetationsschicht. Obenauf liegt

die dünne $1/2$ bis 2 cm starke Sandhaut, die hellrötlich bis weiß gefärbt ist und aus staubarmem Sand besteht.

Eine Abart des roten Sandes sind gelbe bis braungelbe Sande von meist lockerer Beschaffenheit, während der rote Sand hart und fest ist.

b) Der weiße Sand.

Der weiße Sand gleicht petrographisch dem vorigen völlig, nur ist er häufig, d. h. an bestimmten Stellen, kalkhaltig und enthält Konkretionen à la Lößmännchen. Auch er besitzt eine graue Vegetationsschicht, wofern er an der Oberfläche liegt.

c) Der graue Vleysand.

Die Farbe dieses Sandes ist hellgrau bis schwärzlich und rührt von zersetzten, vegetabilischen Substanzen her. Daneben mögen tonige Bestandteile auftreten, vielleicht aber nicht immer in nennenswertem Bruchteil. Im übrigen besteht er aus demselben feinen Quarzsand, wie die vorigen, jedoch ist vor ihm im wesentlichen nur die Vegetationsschicht an der Oberfläche beobachtet werden. Oben auf liegt auch hier eine helle bis weiße Sandhaut.

Diese verschiedenen Sande nun sind untereinander durch vielerlei Übergänge verbunden, so z. B. der rote und graue Sand. Mischungen dieser beiden nehmen oft große Flächen in den Gesteinsfeldern ein. Die weiten Grasflächen der Kalabari aber sind mit einem hellgrauen Sand bedeckt, der halbwegs zwischen dem grauen und weißen steht und gleichsam eine Mischung beider ist.

d) Kalkreiche Sande.

Am Botletle, wo das Liegendste des Sandes aufgeschlossen ist, beginnt er mit einer kalkreichen Schicht scharf über dem Kalaharikalk. Diese verliert sich nach oben hin in dem Sand. Ihre Mächtigkeit beträgt in manchen Fällen sicherlich 2 m und sie gleicht ganz auffallend dem sandreichen, kalkreichen, gemischten Schlamm unserer Havelseen, nicht nur äußerlich, sondern vor allem auch mikroskopisch. Der Kalk umkrustet die Quarzkörner. Löst man ihn aber auf, so wird eine braune flockige Hülle flottierender leichter Substanz frei, die auf zersetzte Algen zurückzuführen ist. Letztere haben den Kalk abgeschieden. Auch sonst sind Flocken leichter brauner Substanz reichlich vorhanden, wohl zersetzte Vegetabilien und Tierkot.

Interessant ist besonders das Auftreten einer gemischten Diatomeenflora. Diese enthält die Brackwasserformen des Kalaharikalks zusammen mit den Süßwasserdiatomeen der heutigen Sümpfe und Flüsse — ein äußerst wichtiger Befund. Spiculae von Spongillen sind auch zahlreich.

Ein anderes Beispiel von hohem Kalkgehalt im Liegenden des Kalaharisandes fand sich in Inkanani, wo der Wagenweg am Westende der Pfanne eine Art Hohlweg in die Sandböschung eingeschnitten hat. Dieser Sand ist hellgraurötlich und bedeckt sich oberflächlich mit ausblühendem Kalk. Er enthält aber keine Diatomeen, Spongillen etc., auch keine braune organische Flocken, sondern von organischen Substanzen nur Kieselsäureringe aus Gräsern, die durch Winde verbreitet sein können.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Kalaharisand häufig, namentlich in Becken, als kalkreicher sandiger Schlamm beginnt, allein es sind keine Aufschlüsse bekannt. Die Böschungen sind immer derart mit Sand überschüttet, daß der Kontakt von Sand und Kalk verborgen ist. Daß er am Botletle aufgeschlossen ist, ist lediglich die Folge der steilen Kalkwand und des gelegentlichen Reinfegens des Talcañons durch abnorme Hochfluten.

c) Schotterlager.

An einigen Stellen beginnt der Sand mit Schottern aus gut abgerollten Stücken älterer Gesteine, vor allem aus weißem Quarz der Chausegranwacken, Ngamigesteinen, Chalcedon, Chalcedonsandstein, Sinterkalk. Es handelt sich ganz zweifellos um Flußschotter. Dafür spricht auch ihre Lagerung am Rand von alten Flußbetten und am Ngami auf dessen Südseite. Die einzelnen Gerölle haben Kirsch- bis Faustgröße und liegen im Sand, einmal in der Mulde von Tarikora am Dussidum, auch in blaugrauem „Ton" (Kalkschlamm?). Nach oben hin gehen sie in den Kalaharisand über.

2) Verbreitung, Lagerung; Mächtigkeit.

Die verschiedenen Sande haben eine sehr charakteristische Verbreitung, die mancherlei interessante Schlüsse zuläßt.

Der rote Sand bedeckt in der südlichen und mittleren Kalahari ungeheuere Flächen. Im Ngamiland tritt er in zwei sehr auffallenden Formen auf, nämlich in Form wallartiger Aufhäufungen an den Ufern aller größeren Flußbetten, sodann als Anhäufungen an den Ost- und Südost- bis Südseiten der Berge. Wo er flächenhaft auftritt — Hainafeld, Mahurafeld, Kaukaufeld, ²Oasplateau, das Innere des westlichen Okavangobeckens — bildet er leicht gewelltes, unruhiges Land, aber ohne regelmäßige Wellen, ohne dünenartige Erhebungen und eingesenkte Kessel, wie sie für Wüstenregionen so charakteristisch sind — Libysche Wüste, Tarymbecken u. a. Gerade die rötlichen Sande dieser Gesteinsfelder haben oft einen Charakter, als seien sie Mischungen zwischen rotem und grauem Sand.

Im Übergangsgebiet zum grauen Sand findet aber sehr häufig nicht etwa eine allmähliche Vermischung beider statt, vielmehr beginnen zunächst in dem roten Sand Niederungen und Kessel grauen Vleysandes, die größer werden, überhandnehmen und den roten Sand verdrängen. Dieser bildet nun seinerseits Inseln im grauen Sand, und schließlich verschwindet er ganz.

In der südlichen und nördlichen Kalahari bildet der Sand dagegen lange, dünenähnliche Wellen, zwischen denen Täler mit grauem Vleysand oder auch Kalk- oder Lehmboden (südliche Kalahari) liegen.

Der weiße Sand tritt in drei verschiedenen wichtigen Formen auf. Einmal scheint der rote Sand überall in einer Tiefe von mehreren Metern in weißen überzugehen, der kalkhaltig ist und dem weißen Flußsand des heutigen Sumpfgebietes auffallend ähnelt.

Sodann aber bildet er kleine Inseln innerhalb des roten Sandes, nämlich da, wo während der Regenzeit Wasser vorübergehend steht, also in Kesseln und Vleys. Diese Fälle zeigen ganz deutlich, daß es lediglich roter Sand ist, in dem durch Wasser mit organischer Substanz das Eisenoxydhydrat reduziert worden ist.

Drittens tritt der weiße Sand anscheinend in großer Ausdehnung in dem Bereich der nördlichen Kalahari auf. *Andersson* beschreibt ihn aus dem Gebiet zwischen Kunene und Kubango, *Baum* aus demselben Gebiet, aber nördlicher in den Houtboschwäldern, *Bertrand* aus dem östlichen Barutsesandfeld, *Selby* aus dem Kafuegebiet. *Schulz* erwähnt im Mabulafeld weißen, neben gelbem. Auch wir fanden weißen Sand in den Tälern des ²Kungfeldes.

Aber es mögen in manchen Fällen doch Irrtümer bei der Bezeichnung „weißer Sand" vorgekommen sein. Die weiße Sandhaut verbirgt häufig den roten Sand, und ich habe es selbst erlebt, daß meine Prospektoren den rötlichen Sand weiß nannten eben wegen dieser Sandhaut. Tatsächlich sprechen denn auch *Volkmann* und *Jotka* von rotem Sand in demselben Gebiet, aus dem *Andersson* „lockeren weißen Sand" erwähnt. *Gibbons* spricht von „gelbem Sand" im süd-

lichen Mabulafeld, desgleichen von rotem Sand im südlichen Teil des östlichen Barutsefeldes. *Livingstone* erwähnt aus dem gleichen Gebiet auch roten Sand, und *Holub* spricht nur von „Lateritbulten", d. h. rotem Sand, nördlich des Sambesi.

Vermutlich sind die Verhältnisse folgende.

Der rote Sand der mittleren Kalahari dürfte nach Norden hin in weißen übergehen, und zwar in demselben Maße, als das Sandfeld während der Regenzeit mit Wasser regelmäßig und stark durchtränkt wird, so daß organische Substanzen bei ihrer Zersetzung reduzierend wirken können. So dürften die jährlich überschwemmten Ebenen am Dilolo und Nyengo sicher ganz aus weißem Sand bestehen, weiter nach Süden hin aber nur noch an geeigneten Stellen — in Flußbetten, überschwemmten Ebenen, Niederungen —, während wohl roter Sand auf den nicht überschwemmten Höhen beginnt und in südlicher Richtung an Ausdehnung zunimmt.

Der graue Vleysand bildet stets ebenen harten Boden, und zwar in Niederungen, Kesseln oder alten Flußbetten. Er ist am humusreichsten und am typischsten in den Randgebieten gegen das Tauchesumpfland entwickelt, aber auch innerhalb der breiten Flußbetten, in Kesseln und Niederungen, die in den roten Sand der Uferwälle eingesenkt sind. Aber mehr im Innern der Sandfelder, namentlich nach Süden hin, werden die Vleysande humusärmer, und in manchen Gegenden, wie z. B. im Mahurafeld, auf dem ²Oasplateau, auf dem Kaukauplateau sind sie wenig deutlich und gehen in rötlichgraue Sande über. Ob typische humose Vleysande in der südlichen Kalahari überhaupt vorkommen, ist nicht bekannt.

Ziemlich humusarme graue Sande liegen in den weiten Grasebenen, unter denen Kalaharikalksandstein ansteht. Sie sind gewissermaßen Übergänge zwischen weißem und grauem Sand.

Über das Auftreten der kalkreichen Sande im Liegendsten wurde bereits gesprochen. Dagegen wollen wir noch der Schotterlager gedenken, die wir an einigen Stellen fanden. Am ╪Nosseb bei Gobabis, am Denib bei ¹Gam, am Dussidum, am Schadum, am Okavango im Bereich der Stromschnellenzone fanden wir solche Schotter, die z. T. wahrscheinlich, z. T. sicher Ablagerungen sind, mit denen der Kalaharisand begann. Ob die Schotter in allen erwähnten Fällen ausgedehnte Ablagerungen vorstellen oder z. T. lokale Bildungen sind, ist nicht bekannt. Die bisherigen Beobachtungen reichen noch nicht aus, und gute Aufschlüsse sind infolge von Sandüberschüttung selten.

Bemerkenswert ist in vielen Fällen das Fehlen von Kalaharikalk im Bereich der Schotter, z. B. am Kap Rengaka, Denib und Schadum, in anderen Fällen liegen sie auf Kalktuff — ╪Nosseb, Okavango, Buschmanntal am Ngami.

Als ausgedehnte Ablagerung treten die Schotter am Südrand des Ngami auf, und zwar als Reste einer größeren Ablagerung, die teils auf der Böschung des Plateaurandes in Buchten liegen, teils oben auf demselben. Ob dieselben alle einer Periode angehören, ist fraglich. Ein Teil von ihnen gehört zu den Botletleschichten, ein anderer Teil indes ist sicher nach Ablagerung des Kalaharikalks entstanden, das beweisen die Rollstücke von hartem Sinterkalk und die Lagerung über dem Kalk — z. B. am Buschmanntal. Auch am Kap von Rengaka gehören die Schotter sicher dem Kalaharisand an.

D. Der Decksand.

Der Decksand ist Kalaharisand, dem Bestandteile des Untergrundes beigemengt sind. Diese bestehen in eckigen Fragmenten, Detritus, Zersetzungsprodukten (Roterde) und treten in größerer oder geringerer Zahl auf. Oberflächlich macht sich diese Beimengung durch Gesteinspartikel in der Sandhaut bemerkbar. Die Art der Beimengungen hängt von der Beschaffenheit des Unter-

grundes ab, die Zahl wahrscheinlich von der Mächtigkeit des Sandes. Je weniger mächtig er ist, um so mehr Gesteinspartikel enthält er, so daß er ganz in Verwitterungsboden der Gesteine übergehen kann.

Der Decksand findet sich in allen Gesteinsfeldern, und sein Verhalten zum Kalaharisand und Gesteinsboden ist derart, daß er die über letzterem sich auskeilende Zunge von Kalaharisand ist. Nach dem Sandfeld hin verlieren sich die Beimengungen.

Seine Mächtigkeit ist niemals bedeutend. Ich möchte glauben, daß er nie mehr als 2 m erreicht.

E. Alluviale Bildungen.

Die jüngsten mit Hülfe des Wassers abgelagerten Bildungen zerfallen in zwei Kategorien, die Sedimente der Sumpfländer und Überschwemmungsgebiete und die der Sandfelder.

1) Die Alluvion der Sumpfländer.

Diese gelangten im Kapitel XXVII so eingehend zur Darstellung, daß sie hier nur kurz erwähnt werden sollen.

a) Flußsande, hell bis weiß, locker, unrein durch vegetabilische Reste, in der Tiefe kalkhaltig.
b) Schlamm der Flußläufe, humusreich, sandig, tonig, kalkhaltig.
c) Beckenschlamm, humusreich, tonig, kalkig, sandärmer als b.
d) Schilf-Aschenablagerung, aus Asche der verbrannten Schilfarten und den Stümpfen und Wurzeln derselben.

Diese Sedimente setzen das Sumpfgebiet des Tauche und Ngami zusammen, aber es ist wahrscheinlich, daß sie sich im ganzen Okavangobecken in gleicher Form finden. Die hellen Flußsande liegen zu unterst, d. h. über dem Salzmergel. Sie bilden Inseln und längs den Flußläufen Sandwälle, breite Niederungen sind in sie eingesenkt, und diese sind mit einer Schlammdecke (b) versehen. Flußrinnen durchschneiden aber häufig diesen Schlamm bis auf den liegenden Sand.

Der Beckenschlamm lagert sich in abflußlosen Becken ab, also im Ngami, wahrscheinlich auch im Mababesumpf. Die Schilf-Aschenablagerung schließt ihn oben ab.

Im Kwandogebiet scheinen die Verhältnisse ähnlich zu sein. *Livingstone* erwähnt als Boden der überschwemmten Niederungen zwischen Kwando und Sambesi einen schwarzen zähen Lehm, aber Sandinseln ragen darüber hinaus. Kaum mißzuverstehen ist auch die Darstellung desselben Autors vom Zentraltal des Sambesi. Der Fluß ist in ein Bett mit Kalktuffwänden eingeschnitten, die ihn begleitenden überschwemmten Niederungen über diesem Kalk sind mit schwarzem, fruchtbarem Alluvialton bedeckt, allein Sandhügel ragen als Inseln über jene heraus — also ganz wie im Gebiet des Tauche.

Wie die Verhältnisse in Ovamboland sind, ist nicht ganz klar. Nach *Schinz* liegt ja über hellgrauem Ton — wohl Salzmergel — ein schwarzer Humusboden, auf dem die Bedeutung des Gebiets als Ackerbauland beruht. Darüber liegt eine dünne Schicht weißen Sandes. Ich möchte nun aber doch glauben, daß diese Lagerung nicht allgemein ist, sondern nur für die Ebene von Ondonga zutrifft. Die hohen Sandwellen — *Schinz*' Oschihokeformation — dürften älter sein als der Humusboden der Niederungen und Omurambas und im allgemeinen zwischen Schlammschicht und „Ton" lagern. Daß auch im Tauchegebiet streckenweiße Salzmergel zutage tritt, nur von dem Schlamm bedeckt, ist ja auch keine Seltenheit.

Im Makarrikarribecken fanden wir die Schilf-Aschenformation nur lokal, ausgedehnt aber die Schlammlager. Die hellen Flußsande fehlen jedoch und

an vielen Stellen scheint der humose Schlamm in den feinen, weißen, salzreichen Kalkschlamm überzugehen, der, umgeben von Kalksandstein, in Mulden und Becken lagert.

Auch in dem Makarrikarribecken nördlich des Botletle dürfte über dem Kalksandstein eine alluviale Schlammschicht liegen, die *Livingstone* „a thin coating of soil" nennt, also ähnlich wie in der Matanyaebene westlich des Ngami.

Ein sehr wichtiger und interessanter Vorgang ist die zoogene Bodendurchmischung und Windsaigerung, durch die ein Gemisch von Sand und Schlamm und schließlich ein humoser Sand entsteht (cfr. Kap. XXVII).

Schließlich dürfen wir die Darstellung der Ablagerungen des Sumpflandes nicht abschließen, ohne der Tatsache Erwähnung zu tun, daß das heutzutage dauernd verlassene Sumpfland des Taoche schrittweise in das Sandfeld der Kalahari übergeht. Man ist wohl berechtigt anzunehmen, daß sich die übrigen Sumpfgebiete des Okavangobeckens ähnlich verhalten.

2) Alluviale Bildungen der Sandfelder.

Dieselben sind lokal und treten in zwei Formen auf. In Flußbetten liegen graue, weiße, rötliche Sande, zum großen Teil abgeschwemmter und verwehter Kalaharisand. Wo der Boden hart und sandfrei ist, besteht er aus grauem, sandigem und oft kalkreichem Schlamm — z. B. Sehadum, Denib — oder festem, humosem Sand.

Eigenartig ist der schwarze moorige Humusboden in den Flußbetten des ²Kungfeldes, der in der nördlichen Kalahari anscheinend eine ganz außerordentliche Rolle spielt. In allen Flußbetten werden „Moorboden" und „Torfboden" erwähnt, im Sambesigebiet, vom Kwito, Kubango und aus dem Ovamboland.

In den Sandfeldern außerhalb der Flußbetten sind alluviale Bildungen wohl fast ganz auf die Vleys, Brackpfannen und Kalkpfannen beschränkt. Humoser, sandiger, wohl tonerdearmer Schlamm bedeckt als dünne Schicht die Vleys mit Regenwasser, ein sandiger an Pflanzenresten reicher Kalkschlamm erfüllt die Brackpfannen und ist durch oberflächliche Zerstampfung und Durchmischung des mürben Kalksandsteins mit angeflogenem Staub und Sand entstanden. Dagegen liegt in den Kratern der Kalkpfannen, in denen Teiche stehen, ein schwarzer Pflanzenschlamm, der aus Wasserpflanzen, abgeschiedenem Kalk und eingewehtem Sand und Staub besteht. Dunkler Humusboden bedeckt ferner manche trockene Pfannen, z. B. Kuke, Mankweyana u. a. unter dichter Rasendecke; die meisten freilich sind kahle, mit wenig Sand überwehte Fels- und Geröllflächen.

Welcher Art die alluvialen Bildungen der südlichen Kalahari sind, wissen wir nicht. Aus den mir persönlich gemachten Mitteilungen glaube ich schließen zu dürfen, daß dort schlammige humose Sande noch viel spärlicher zu finden sind als in der mittleren Kalahari, und daß auch die Flußbetten überwiegend mit losem Sand verstopft sind. In den Brackpfannen aber liegt vielleicht ein ähnlicher an Vegetabilien reicher Oberflächenschlamm, wie in denen der mittleren Kalahari, den *v. François* „krümlichen tonigen Boden" nennt. (Siehe S. 554).

Wir haben hiermit die verschiedenen Arten der Deckschichten, ihre Verbreitung, Lagerung, Mächtigkeit kennen gelernt und wollen nun an den schwierigen Versuch gehen, ihre geschichtliche Entwicklung und Entstehungsart zu verfolgen.

Kapitel XXXV.

Die mesozoische Wüstenperiode.

Die Deckschichten lassen in ihrer Entstehung sechs Perioden erkennen, die einander folgen und z. T. recht verschiedenartigen Charakter besitzen.

1) Die erste Periode der Kieselsäurelösungen — Chalcedonsandsteine.

Sande, loser Schutt, zerplatzte Gesteine wurden mit Chalcedon verkittet. So entstanden die eingekieselten Chalcedonsandsteine, Chalcedonlagen und die Übergangsgesteine.

Allein während dieser Periode müssen Störungen irgendwelcher Art eingetreten sein. Denn auch die Chalcedonlagen und die Chalcedonsandsteine zersprangen, zerklüfteten, zerfielen in losen Schutt, wurden aber von neuem von Chalcedonsandstein verkittet.

2) Die erste Periode der Kalklösungen. — Pfannensandstein.

In dieser Periode entstanden Kalksandsteine, nämlich die fossilleeren Pfannensandsteine. Es sind diese teils in Wasser abgelagerte Kalksandsteine, teils Kalkkrusten, die zerplatztes Grundgestein und losen eckigen Schutt desselben verkitten. Auch während ihrer Bildung traten Störungen in der Entwicklung ein. Denn auch die Kalksteine, die sich in dem höheren Niveau finden, sind oft zerplatzt und zersprungen, aber nachträglich mit Kalksandstein wieder verkittet worden.

3) Die zweite Periode der Kieselsäurelösungen.

Die Kalksandsteine — Pfannensandsteine — sind nachträglich teilweise oder ganz verkieselt worden. Diese Umwandlung setzt die Existenz zirkulierender Kieselsäurelösungen voraus. Da nun in so vielen Fällen die verkieselten Kalksandsteine mit scharfer Grenze über eingekieseltem Chalcedonsandstein liegen, so ist man gezwungen, eine zweite Periode der Kieselsäurelösungen anzunehmen, die der ersten Kalkablagerung folgte.

4) Die zweite Periode der Kalklösungen — Kalaharikalk.

Eine erneute Zeit der Kalkablagerung folgte. Der Kalaharikalk in seinen verschiedenartigen Formen entstand. Dann muß eine Pause eingetreten sein, denn der Kalaharisand beginnt über ihm stets mit scharfer Grenze.

5) Die Ablagerung des Kalaharisandes.

Erst in dieser Zeit begann die Ablagerung derjenigen Formation, die der heutigen Steppe ihren Charakter verliehen hat.

6) Die Herausbildung der heutigen Verhältnisse.

Nach Ablagerung der Sandmassen folgte eine Reihe von Veränderungen, die zu der Entstehung der heutigen Sandfelder, der Sumpfgebiete, der Kalkpfannen u. a. führte.

Wir wollen nun in vorliegendem Kapitel die erste Periode der Verkieselungen besprechen.

I. Verkieselte Gesteine der Kalahari.

Die charakteristischsten Gesteine der Botletleschichten sind die Chalcedonsandsteine, und wenn wir zu einem Verständnis der ganzen Ablagerung gelangen wollen, müssen wir über die Vorgänge und die Bedingungen bei ihrer Entstehung orientiert sein. Die Untersuchungen *E. Kalkowskys* nun haben gezeigt, daß es sich um zwei prinzipiell verschiedene Prozesse gehandelt hat.

Einkieselung ist die Infiltration loser Gesteine, so besonders von Sanden, durch Kieselsäure. Opal und Chalcedon werden ausgeschieden und verkitten nun die ehemals lockeren Gebilde.

Verkieselung dagegen ist ein Prozeß chemischer Umwandlung. Die Karbonate eines Gesteins — vor allem Calcit und Dolomit — werden in Chalcedon umgewandelt, oft unter Bildung schönster Pseudomorphosen von Chalcedon nach Calcit- und Dolomit-Rhomboedern.

Diese Prozesse haben nun nicht bloß auf die spezifischen Botletlegesteine eingewirkt, sie haben auch ältere und jüngere Gesteine in großem Umfang verändert.

1) Veränderung älterer Gesteine der Kalahari.

Es gibt kaum irgend eine Gesteinsart, bei der sich nicht die Verkieselungen irgendwo nachweisen ließen.

In Chansograuwacken, Chansekalk, Totingdiabas sind, trotz des sehr spärlichen Materials, typische, z. T. sehr starke Verkieselungen nachgewiesen worden.

Innerhalb der Ngamischichten haben die Prozesse der Verkieselung in allergrößtem Maßstab gespielt. Riesig sind die Hydatemetamorphosen von Chalcedon nach Calcit in den ǀKaiǀkaibergen und am Ngami. Nicht weniger intensiv sind die Einkieselungen im Bereich der Oberen und Unteren Stufe der Ngamischichten. Die „Übergangsgesteine" vom Ngami und von Gobabis sind Beispiele hierfür. Im Gefüge mechanisch gelockerte, poröse, frische Grauwacken, die sich noch in ursprünglichem Verband, d. h. in Bänken befinden, sind von Chalcedonlösungen geradezu durchtränkt worden. Loser, unzersetzter, eckiger Schutt wurde durch Chalcedonsandstein wieder verfestigt.

Bemerkenswert ist es, daß in den anscheinend ältesten Verkieselungen, also z. B. in den ǀKaiǀkaibergen, die unter wesentlich andern Bedingungen entstanden sein müssen, als sie heute existieren, der Chalcedon wie Quarz aussieht. Schon äußerlich kann man ihn kaum von weißem opakem Quarz unterscheiden, und auch mikroskopisch ähnelt er demselben sehr.

Umgekehrt besteht in anscheinend jung eingekieselten Sandsteinen die zweite jüngste Kieselsäure-Infiltration aus Opal, der wiederum mannigfache Übergänge zu Chalcedon zeigt. Chalcedon ist ja wahrscheinlich ein inniges Gemisch von Opal und Quarz. So scheint sich denn die schon von *Breithaupt* verfochtene Anschauung hier zu bestätigen, daß aus Opal im Laufe der Zeit Quarz entstehen kann.

2) Verkieselung jüngerer Gesteine.

Die Prozesse der Verkieselung haben seit dem Abschluß der Botledeschichten nicht aufgehört. Sie sind zweifellos viel schwächer geworden, allein doch nachweisbar.

Im Kalaharikalk sind verkieselte Partien mikroskopisch keineswegs selten und auch makroskopisch sehr wohl erkennbar. Wenn man den Kalk auflöst, bleiben kleine Klümpchen zurück, die aus mit Chalcedon verkitteten Quarzkörnern bestehen. Diese Verkieselung geht in vielen Fällen nachweislich mit der Auflösung der Diatomeenschalen Hand in Hand, die sich in allen Kalaharikalken im Stadium der Zerstörung befinden. (Siehe Anhang VIII.)

In größerem Umfang ist Verkieselung in dem Kalksandstein von Meno a kwena (Anhang VI, Nr. 6 und 7) eingetreten, der sehr salzreich ist. Die verkieselten Partien bilden glasig glänzende, Lößmännchen ähnliche Konkretionen, die in dem unverkieselten Kalksandstein stecken. Im kleinen ist die Verkieselung aber auch in diesem nachweisbar. Eigentümlich ist es, daß der Kalk vor dem Beginn der Verkieselung häufig grobkristallinisch wird, wohl durch Umlagerung des Kalks, Auflösung und Wiederabscheidung.

Viel wichtiger aber als die lokalen Verkieselungen ist das Auftreten ausgedehnter Neubildungen von Chalcedon in den Salzpfannen.

In Ntschokutsa ist der Salzmergel, der die Pfanne erfüllt, in ein Natrium-Magnesium-Aluminium-Tonerde-Hydrosilikat, den sogenannten Salzpelit, umgewandelt worden, und an der Oberfläche desselben hat sich eine an Kieselsäure reiche Kruste gebildet. Nach den Untersuchungen *Kalkowskys* handelt es sich anscheinend um Umwandlung eines an Kieselsäure, Kalk und Salz reichen Schlicks. *Kalkowsky* hatte diese Diagnose gestellt, ohne zu wissen, daß tatsächlich ein salzreicher Kalkmergel das eigentliche Pfannensediment sei.

Wir haben hier jedenfalls ein Beispiel eines jungen, vielleicht bis in die neueste Zeit hinanfreichenden Prozesses der Verkieselung und Chalcedonbildung.

Die gleichen Bildungen — d. h. Salzpelit und -krusten — sind sicher nachgewiesen in der Makarrikarripfanne. Wahrscheinlich existieren sie auch in der dritten besuchten Salzpfanne zwischen Makarrikarri und Pompi. In der *Holub*schen Salzpfanne Tsitani (*Chapmans* Tschuantsa) scheinen sie auch vorzukommen, für die anderen Salzpfannen aber liegen keine Notizen vor, die mit Wahrscheinlichkeit für ihre Existenz sprechen. Freilich sind diese Notizen auch spärlich genug und stammen nicht von Sachkennern.

II. Der Prozeß der Verkieselung.

„Es ist sehr beachtenswert, daß der kohlensaure Kalk von fast allen kieseligen Substanzen verdrängt wird. Die Möglichkeit ist daher nicht zu bezweifeln, daß ganze Kalklager von der Kieselsäure verdrängt werden können. Manches rätselhafte Auftreten von Quarzlagern, denen eine Bildung unter dem Meere durch organische Tätigkeit nicht zuzuschreiben ist, würde dann eine Erklärung finden. Vielleicht, daß die Kieselkalksteine auf solche Weise entstanden sind. Ist aber der kohlensaure Kalk, wie meist im sedimentären Kalkstein, amorph, so kann eine solche Verdrängung auf mineralogischem Wege nicht erkannt werden."

So schrieb vor 40 Jahren der Meister auf dem Gebiete chemischer Geologie *Gustar Bischof.*[1]) Pseudomorphosen von Quarz, Opal, Chalcedon, Hornstein nach Kalkspat waren wohl damals bereits allgemein bekannt, *Bischof* aber stand den Plutonisten gegenüber vereinzelt, als er die Behauptung aufstellte:

„Was in einzelnen Mineralien geschieht, muß auch in Gebirgsgesteinen, welche aus solchen Mineralien bestehen, geschehen, wenn diese denselben Einflüssen wie jene ausgesetzt sind. Denkt man sich nun ein Kalksteinlager, welches, von Gewässern Kieselsäure enthaltend, während langer Zeiträume ununterbrochen fort ganz gleichmäßig durchdrungen wird: so ist nichts leichter zu begreifen, als daß durch jene Verdrängung der kohlensauren Kalkerde das ganze Gestein nach und nach eine Quarzmasse wird."

Nun ging *Bischof* mit seinen Folgerungen freilich zu weit, indem er tektonische Störungen etc. lediglich durch derartige Umwandlungen erklären wollte, allein sicher ist es, daß er mit weitem Blick Schlüsse aus seinen Laboratoriumsversuchen zog, die sich jetzt erst als richtig herausstellen. Konnte er selbst nur lokale Verkieselungen als Beispiele aufführen, wie die Feuersteinknollen der Kreide, die Verkieselungen im Plänerkalkstein der Sächsischen Schweiz, so sind die gewaltigen Chalcedon- (-Quarz) -Stöcke der 'Kai'kaiberge Beispiele im großen. Wir wollen uns also zunächst die chemischen Prozesse vergegenwärtigen, durch die Kieselsäure in Lösung gerät und abgeschieden wird.

1) Die Entstehung der Kieselsäurelösungen.

Die Kieselsäure besteht bekanntlich aus zwei Modifikationen, einer leichtlöslichen mit dem Sp. G. 2.2 und einer schwerlöslichen mit dem Sp. G. 2.6. Die hauptsächlichsten Lösungsmittel sind, neben reinem Wasser, Kohlensäure und kohlensaure Alkalien. Im Grunde genommen kommt nur Kohlensäure in Frage, denn die letzteren müssen in den meisten Fällen auf jene zurückgeführt werden.

Das wichtigste Gesetz[2]) ist, daß kohlensäurehaltiges Wasser die Silikate der Alkalien, alkalischen Erden, des Eisenoxyduls und Manganoxyduls zersetzt. Dabei entstehen Karbonate und Bikarbonate. Die kohlensauren Alkalien jedoch wirken ihrerseits stark auflösend auf Silikate und reine Kieselsäure — besonders die lösliche Form. Die entstehenden Alkalisilikate sind ihrerseits z. T. recht kräftige Reagentien auf verschieden feste und gelöste Verbindungen. So werden z. B. die Tonerdesilikate durch Natronsilikat unter Extraktion der Tonerde zerstört, die Chloride und Sulfate der alkalischen Erden zersetzen die Alkalisilikate. Es entstehen Alkalichloride, resp. -Sulfate und Silikate der Erden.

Außerordentlich wichtig ist es, daß die Alkalisilikate zusammen mit Alkalikarbonaten und freier Kohlensäure nebeneinander bestehen und wirken können, selbst in mit CO^2 gesättigtem Wasser.

Das sind im großen und ganzen die wichtigsten chemischen Prozesse. Es ist hier ganz abgesehen worden von vulkanischen Faktoren, von heißen Quellen und Fluor-Einwirkungen, die in der Kalahari durchaus nicht nachweisbar oder wahrscheinlich sind. Wir haben uns mit Absicht auf die einfachsten Vorgänge beschränkt.

2) Die Bildung von Kieselsäurelösungen in verschiedenen Klimaten.

Die geschilderten Prozesse verlaufen nicht überall gleichartig. Wichtige klimatische Unterschiede finden statt. So dürften die Gegenden, in denen vorwiegend Humussäuren eine Rolle spielen, also die subarktischen und subantarktischen Regionen, bezüglich der Kieselsäure eine prinzipiell andere Verwitterungsart aufweisen. Unter der Moos- und Humusdecke Skandinaviens stehen völlig frische unzersetzte Silikatgesteine an.

Im Bereich der gemäßigten Breiten und im hohen Norden, in den Tropen und z. T. in Wüsten ist wohl die Kohlensäureverwitterung maßgebend, allein in sehr verschiedenem Grade.

a) Verwitterung in der arktischen Zone.

Dieselbe wird durch drei Faktoren bestimmt.

Temperaturunterschiede infolge Sonnenbestrahlung und Frost schaffen eckigen unzersetzten Schutt. Das Gefrieren des Wassers dürfte eine große Rolle beim Zersprengen des Gesteins spielen. Kohlensäureverwitterung scheint nicht in nennenswertem Grade zu bestehen. Wenigstens erwähnt sie *v. Drygalsky*[3]) aus Grönland nicht. Jedenfalls dürfte unter hohen Breiten vorwiegend unverwitterter Schutt entstehen, aber ohne Ansammlung von Salzen, die erst aus der chemischen Zersetzung der Gesteine bei fehlendem Abfluß hervorgehen.

b) Verwitterung in den gemäßigten Zonen.

Entscheidend für den Charakter der Verwitterung sind die Pflanzendecke, regelmäßige Niederschläge, mäßige Temperaturunterschiede.

Die Pflanzendecke liefert reichlich Kohlensäure, die regelmäßigen Niederschläge sorgen für Auflösung und Ausfuhr der entstandenen Verwitterungsprodukte, die Geringfügigkeit der Temperaturdifferenzen und die Pflanzendecke lassen keinen trockenen Schutt aufkommen. So entsteht als das Endprodukt der Verwitterung ein eisenschüssiger gelber Lehm, d. h. Tonerdesilikate, erfüllt mit Stücken der unzersetzten Gesteine, der die Gehänge bedeckt, soweit er nicht abgeschwemmt wird.

c) Verwitterung in den Tropen.

In keiner Zone ist die chemische Zersetzung so energisch, wie in der heißen, namentlich unter dichter Vegetationsdecke. Die Regen bringen nicht nur Kohlensäure, sondern auch salpetrige Säure und Ammoniak herab. In der Vegetationsschicht beladen sie sich aber mit Kohlensäure und anderen löslichen Produkten der sehr energischen Pflanzenzersetzung. So haben denn die tropischen Meteorwasser eine Fähigkeit, Gesteine zu zersetzen, wie keine anderen. Besonders stark wirkt ihre lösende Kraft auf Silikate. So kommt es, daß im Gegensatz zu der gemäßigten Zone als Rückstand nicht Tonerdesilikat, sondern -hydrat[4]) entsteht, indem alle Kieselsäure gelöst und abgeführt wird. Auch findet man kaum Gesteins- und Mineralrückstände in den entstandenen Lehmen. Dagegen besitzen die tropischen Meteorwasser eine merkwürdige Unfähigkeit, Eisen zu lösen, resp. zu entfernen. Die Lehme sind daher eisenreich und vor allem rot, nicht gelb gefärbt. Das Oxydhydrat, das diese Färbung bewirkt, muß eine von unseren Lehmen abweichende Beschaffenheit haben.

Diese **Roterden** oder **Rotlehme** sind nun freilich noch nicht **Laterit** zu nennen, dazu gehört zelliger Bau infolge zelliger Ansammlung des Eisens.

Weniger energisch als in dem waldbedeckten Tropengebiet ist die Zersetzung in den Steppen der Tropen und Subtropen, aber dem Charakter nach ähnlich oder identisch. Bezüglich der Kieselsäure ist dieselbe also durch starke Löslichkeit ausgezeichnet.

Auf Gebirgen, vor allem in Granitgebieten, macht sich nun aber noch eine andere Verwitterung geltend, der trockene mechanische Zerfall der Gesteine gleich dem in Wüsten.

d) Verwitterung in Wüsten.

In wasser- und vegetationsarmen Wüsten verläuft die Verwitterung in sehr verschiedenartiger Weise. Infolge der starken Temperaturdifferenzen zerfällt das Gestein in eckigen unzersetzten Schutt, oder bei grobkristallinem verschieden gefärbten Gestein in lockeren Grus. Auch dieser zerspringt in Splitter und Staub,

die vom Wind fortgetrieben werden. Die schwereren Partikel, Sand und Schutt, bleiben zurück.

Außer dieser rein trockenen Verwitterung hat auch die feuchte chemische Zersetzung in diesen regenarmen Ländern eine große Bedeutung. Zwar ist Regen selten, Tau aber eine häufige Erscheinung, und auch er entnimmt der Luft wirksame Reagentien. So ist die Quantität Kohlensäure im Regenwasser nicht unbeträchtlich. In der trockenen Wüstenluft ist aber die elektrische Spannung groß und Entladungen als knisternde Funken tagtägliche Erscheinungen. Sollten nicht dabei, wie bei Gewittern, Ammoniak und salpetrige Säure entstehen?

Der Tau resp. die seltenen Regen benetzen das Gestein, dringen ein und üben bei der großen Hitze energische Zersetzungen aus. Die Zersetzungsprodukte werden nun nicht durch überschüssiges rieselndes Wasser fortgeführt, sondern bleiben im Gestein zurück, häufen sich an. So wird der Fels oberflächlich mürb, locker und kann durch Wind und gelegentliche Regen abgetragen werden, falls er sich nicht mit einer Schicht von Eisen- und Mangansalzen bedeckt, die eine schwarze glänzende Kruste, die sogenannte Schutzrinde, bilden.

Die seltenen, aber zuweilen gewaltigen Regenfluten nun schaffen nicht nur den groben Schutt, sondern vor allem auch die löslichen, durch Verwitterung entstandenen Salze fort — vorwiegend Karbonate, Chloride und Sulfate der Alkalien und alkalischen Erden. Diese werden in Vertiefungen zusammengeschwemmt, wo sie liegen bleiben und Salzpfannen bilden. Dank der hygroskopischen Fähigkeiten der Salze bleiben diese Salzpfannen oft feucht, und die Feuchtigkeit gestattet in ihnen noch mancherlei Umsetzungen und Abscheidungen.

Wo die Gesteine der Wüsten, wie z. B. in der nördlichen Sahara, salzhaltige Meeresabsätze sind, die nicht durch Niederschläge ausgelaugt sind, erreicht die Zersetzung der Gesteine durch die Mitwirkung der primär eingeschlossenen Salze eine besonders große Intensität.

So verläuft die Verwitterung in Wüsten, aber die Ablagerungen können doch recht verschiedenartiger Natur sein. Zwei verschiedene, in ihren Extremen scharf geschiedene, aber oft ineinander gehende Typen von Ablagerungen muß man unterscheiden, reine und gemischte Wüstenablagerungen.

α) Reine Wüstenablagerungen entstehen in regenarmen, abflußlosen Ländern, die mit keinem regenreichen Gebiet in hydrographischem Zusammenhang stehen. Sie bestehen aus unzersetztem eckigen Schutt, aus wanderndem Sand, der durch trockenen Zerfall der Gesteine entsteht, aus feinem Staub, der durch Winde fortgeblasen und häufig ganz ausgeführt wird, und schließlich aus den chemischen Zersetzungsprodukten, die sich bei Umsetzung der Gesteine bilden und in Vertiefungen zusammengeschwemmt werden oder sonst an geschützten Orten sich ansammeln. Diese chemischen Zersetzungsprodukte sind Chloride, Karbonate, Sulfate der Alkalien und alkalischen Erden und vor allem auch Alkalisilikate, resp. lösliche Kieselsäure, die sich ja frühzeitig abscheidet. Die Löslichkeit der Kieselsäure ist wegen des Gehalts an Alkalikarbonaten eine sehr große.

β) Gemischte Wüstenablagerungen entstehen in regenarmen abflußlosen Ländern, in die aus regenreichen Gebieten Alluvien eingeschwemmt werden. Infolgedessen enthalten sie nicht bloß die Verwitterungsprodukte reiner Wüsten, sondern auch die lehmigen und sandigen Zersetzungsprodukte des regenreichen Landes, aus dem sie die Flüsse erhalten, die in ihnen versiegen.

Der Charakter der zugeführten Produkte hängt ab von dem der stromaufwärts gelegenen Gebiete. Sie können in Lehmen der gemäßigten Zone, in Gletscherschlamm der Grundmoränen hoher Gebirge, in tropischen Roterden bestehen. Alle Fälle sind möglich und tatsächlich vorhanden. In jedem Fall werden aber die gelösten Salze in dem abflußlosen Becken abgelagert und häufen

sich an. So entstehen in solchen Gebieten mit gemischter Ablagerung die Lehm-, Kies-, Sandwüsten, alle salzreich und erfüllt mit Salzseen und -pfannen.

Typische Beispiele reiner Wüstenablagerungen bieten Sahara und Arabien. Typische Beispiele für gemischte Wüstenablagerungen, und zwar Beimischung von Produkten der Hochgebirge in gemäßigten Breiten liefern Turkestan und die abflußlosen Gebiete Innerasiens, während Produkte tropischer Verwitterung beigemengt sein dürften den abflußlosen Steppen und Wüsten des Bahr-el-Ghasal mit den Landschaften von Bodele und Berku.

Ich halte es für wichtig, den Unterschied zwischen reinen und gemischten Wüstenablagerungen zu machen, vor allem mit Rücksicht auf die Erkennung der fossilen Wüsten und mit Rücksicht auf den schrittweise erfolgenden Übergang der Länder mit gemischten Wüstenablagerungen in die tropischen und subtropischen Steppen mit partiellem Abfluß und hohem Salzgehalt des Bodens. Ein solcher Übergang ist nicht zufällig, sondern gesetzmäßig und hat oft stattgefunden bei Änderung der Niederschläge. Wüsten haben sich in Steppen verwandelt, Steppen in Wüsten.

Kehren wir zurück von dieser Abschweifung, die für unser Gebiet nötig war, und fassen wir kurz die Resultate bezüglich der Auflösung der Kieselsäure zusammen.

In den Tropen und in Wüsten wird die Kieselsäure in größtem Umfang gelöst, dort durch die reichlich vorhandene Kohlensäure, hier durch die sich aufspeichernden kohlensauren Alkalien.

3) Die Fällung der Kieselsäure.

Um eine Verkieselung herbeizuführen gehört nun freilich nicht allein die Lösung, sondern auch die Abscheidung der Kieselsäure ohne Wiederauflösung. Betrachten wir zunächst die Bedingungen, unter denen sich Kieselsäure abscheidet.

Vier Prozesse dürften in erster Linie bei ihrer Abscheidung aus der Lösung ihrer Alkalisilikate tätig sein.

a) Abscheidung durch Verdunstung. *Bischof*[5]) wies nach, daß eine Lösung von Natronsilikat mit Alkalikarbonat und Kohlensäure beim Verdampfen in ein übersaures und überbasisches Silikat zerlegt wird. Ersteres fällt aus, letzteres bleibt in Lösung. Er schließt daraus, daß Opale, die ja stets etwas Alkali enthalten, auf diese Weise beim Verdunsten entstehen. Auch in einer verkorkten Flasche schied sich nach $1\frac{1}{2}$ Jahre langem Stehen Kieselsäure mit etwas Alkali aus.[6]) *Siegling*[7]) erhielt aus sehr verdünnter Lösung von Natronsilikat bei überschüssigem Alkali, nachdem es 8 Jahre der Luft ausgesetzt gewesen war, Quarzkristalle.

Daß also Opal und selbst Quarz beim Verdunsten selbst von Gewässern, die an Alkalien reich sind, entstehen kann, ist zweifellos.

b) Abscheidung durch Kalkkarbonat. Wenn Alkalisilikat in kohlensaurem Wasser mit Kalkkarbonat zusammenkommt, scheidet sich Kieselsäure unter Auflösung des Kalks aus. *Bischof*[8]) hat diesen Vorgang experimentell nachgewiesen. Auf ihm beruht die Verkieselung der Kalksteine, der wir in so großartigem Maßstabe in der Kalahari begegnet sind.

c) Kalkbikarbonat und Kalisilikat liefern Karbonate von Kali und Kalk unter Abscheidung von Kieselsäure.[9]) Durch diesen Vorgang kann es also auf neutralem Boden, d. h. innerhalb eines Gesteins, das nicht direkt auf gelöste Kieselsäure wirkt, zur Abscheidung von Kieselsäure kommen, wenn die genannten Lösungen dort zusammentreffen.

d) Kohlensaures Ammoniak, das ja bei der Zersetzung organischer Substanzen entsteht, fällt aus Alkalisilikatlösungen Kieselsäure aus.[10])

e) Entstehung von Silikaten. Eine große Zahl von Reaktionen gibt

es, bei denen nicht Kieselsäure, sondern ein Silikat gefällt wird, z. B. Kalk- und Magnesiasilikat, wenn die Sulfate und Chloride dieser Erden mit Alkalisilikaten zusammentreffen. Ebenso Eisenoxydsilikat bei Einwirkung von Alkalisilikat auf Eisenoxydhydrat. Die entstehenden Silikate können durch Kohlensäure und kohlensaure Alkalien leicht wieder zersetzt werden unter Entstehung von Alkalisilikat.

f) Die Adsorption. Auf einen Vorgang, der wahrscheinlich eine große Bedeutung in vielen Fällen besitzt, hat *E. Kohler*[11]) in einer interessanten Arbeit hingewiesen, nämlich auf die Adsorption.

Beim Passieren feinpulveriger Substanzen mit großer Oberfläche der Teilchen, z. B. Knochenkohle, Ton, werden Salzlösungen zerlegt. Basis und Säure trennen sich. Also z. B. Chloride und Sulfate von Na^2O, CaO etc. werden in Salzsäure resp. Schwefelsäure und das Oxyd des Metalls zerlegt. Natürlich können die freiwerdenden Säuren eventuell sofort neue Verbindungen bilden. Wenn also solche Salze gleichzeitig mit Natronsilikat in Lösung sind, müssen die freiwerdenden Säuren das Silikat unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzen. *Kohler* hat das Gesetz der Adsorption auf die Entstehung vieler Erzlagerstätten angewandt, aber auch den Salzpelit sucht er durch Adsorption von Natrium und Magnesiumlösungen zu erklären, und dabei würde auch Kieselsäure notwendigerweise ausgeschieden worden sein.

Auch auf die Rolle der Adsorption bei der Wüstenverwitterung, bei dem Eindringen in und dem Ausblühen aus feinkörnigen bis dichten Gesteinen müßte Adsorption stattfinden und freiwerdende Salz- und Schwefelsäure könnten energische Umsetzungen verursachen. Demnach müßte auch bei Zirkulation von Salzlösungen, die Alkalisilikate enthalten, in dichten Gesteinen Kieselsäure ausgeschieden werden, und auch ohne überschüssige Kohlensäure könnten Kalksteine und Mergel silifiziert werden.

4) Silifizierung in verschiedenen Klimaten.

Wir haben eine Zahl von Vorgängen kennen gelernt, bei denen Kieselsäure abgeschieden wird. In welchen Klimazonen werden also voraussichtlich die meisten Verkieselungen vorkommen? Die meiste Kieselsäure wird ja in den Tropen und Wüsten mobil gemacht, welche der erwähnten Vorgänge werden wohl in den beiden Zonen am wirksamsten sein?

Vorgang a. Die Verdunstung ist ganz sicher überwiegend in den Wüsten, geringer in den feuchten Tropen, spielt aber in dieser Zone doch auf kahlen Felsen eine Rolle.

Vorgang b. kann in allen Zonen stattfinden und ist rein theoretisch vielleicht am stärksten in den Tropen, wo das meiste zirkulierende Wasser und die meiste Kohlensäure vorhanden ist.

Vorgang c. Das meiste Kalkbikarbonat dürfte in den Tropen auf der Wanderung begriffen sein, und Kalisilikate fehlen sicherlich auch nicht. Sowohl für b als c fehlt es den Wüsten an zirkulierendem Wasser.

Vorgang d. Kohlensaures Ammoniak wird vor allem in den Tropen bei der Zersetzung der sehr reichlichen organischen Stoffe entstehen, also diese Reaktion ebenfalls vorwiegend dort stattfinden, wo viel organisches Leben herrscht. Daß durch elektrische Spannungen in den Wüsten viel Ammoniak und Salpetersäure entsteht und mit dem Tau niedergeschlagen wird, ist nicht unwahrscheinlich.*)

*) In der Atakama z. B. findet sich das Salpeter nach *Semper* (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1903) nur im Bereich der Nebelzone. Dieser Zusammenhang zwischen Nebel und Salpeter ist den Salpetersuchern wohl bekannt. Sollte nicht die Salpetersäure aus der an elektrischen Spannungen reichen Nebelluft stammen?

Vorgang e. Adsorption wird vermutlich am stärksten da stattfinden, wo das meiste Wasser mit den stärksten Lösungen zirkuliert, gleiche Gesteinsarten vorausgesetzt. Und das sind sicher nicht die Wüsten.

Demnach könnte die rein theoretische Betrachtung zu dem Schluß führen, daß die stärkste Kieselsäureabscheidung in den Tropen stattfände. Dem widerspricht die Erfahrung aber durchaus. Wir finden dort wohl gewaltige Zersetzungen der Gesteine bis in große Tiefe, aber nirgends wird Abscheidung von Kieselsäure berichtet, weder in kristallinem Gestein, noch in Kalksteinen, Tonen, Sandsteinen oder Konglomeraten. Die auflösenden Kräfte scheinen vollständig zu überwiegen und Abscheidungen der Kieselsäure zu verhindern. Davon kann man sich ja auch leicht eine Vorstellung machen. Wird z. B. ein Kalkstein durch kohlensaures Wasser sehr schnell aufgelöst, so kann bei einer relativ geringen Menge gelöster Kieselsäure keine Pseudomorphosenbildung erfolgen, und die abgeschiedene Kieselsäure wird selbst wieder aufgelöst. So kann man jedenfalls die interessante Tatsache feststellen, daß die Tropen wohl Gebiete sehr energischer Kieselsäurelösung, aber nicht -abscheidung sind, — wenigstens in den der Beobachtung zugänglichen oberflächlichen Partien der Gesteine. Die Vorgänge in großer Tiefe mögen andere sein, entziehen sich aber völlig unserer Beurteilung.

Dagegen findet man in Wüsten vielfach Verkieselungen aller Art, Feuerstein- und Chalcedonbildungen, die als Beispiele der in diesen Zonen stattfindenden Umsetzungen der Kieselsäure von Wichtigkeit sind. Untersucht wurden diese Bildungen mikroskopisch niemals näher. *J. Walther*[12]) behandelt sie in seinen Arbeiten sehr kurz, betont aber doch das häufige Vorkommen von Feuerstein, Jaspis, verkieseltem Kalk etc. als Versteinerungsmittel, als Konkretionen, Gänge, sogar als Zement ganzer Schichtenbänke in den Formationen Ägyptens.

Auch in dem kurzen Referat[13]) über *E. Kalkowskys* wichtige und grundlegende Arbeit über die Verkieselungen hebt er das häufige Vorkommen der Kieselsäurebildungen in den Wüsten hervor, hält diese also für gleiche Bildungen, wie die von *Kalkowsky* beschriebenen.

Aus Ägypten haben wir ferner Darstellungen über Kieselsäurebildungen in verschiedenen Epochen von *Blankenhorn*,[14]) der diese Erscheinungen durch „Kieselsäurethermen" erklären will. Wir kommen im nächsten Kapitel auf diese Bildungen noch einmal zurück.

5) Die Entstehung von Verkieselungen in großem Maßstab.

Unter welchen Bedingungen kann man also Verkieselungen von dem Umfang, wie wir sie in der Kalahari finden, erwarten?

Kieselsäureabscheidung, zumal unter Pseudomorphosenbildung, wird dann möglich sein, wenn die Auflösung des Gesteins — also z. B. von Kalkstein — mit der Zufuhr gleichen Schritt hält. Da nun Kalk in kohlensaurem Wasser relativ leicht, Kieselsäure aber schwer löslich ist, so wird jener Vorgang nur dann möglich sein, wenn bei relativ wenig kalklösenden Stoffen — Kohlensäure — sehr viel kieselsäure-lösende Stoffe — Alkalikarbonate — und ferner viel Kieselsäure in leicht löslicher Form — Opal, Feuerstein, Chalcedon — vorhanden sind.

Nun sind die abflußlosen Gebiete tatsächlich reich an Salzen, darunter an Alkalikarbonaten, ferner an Kieselsäure in löslicher Form. Nehmen wir nun an, daß in solchem Gebiet die Niederschläge zunehmen, sofort kommen große Massen Alkalikarbonate und Kieselsäure in Lösung, während die Kohlensäure, die bei der spärlichen Vegetation zunächst nur der Luft entnommen wird,

in recht bescheidener Menge vorhanden ist. Dann sind alle Bedingungen für die Entstehung umfangreicher Verkieselungen gegeben. Kalksteine können verkieselt, Sande durch Lösungen eingekieselt werden, entsprechend dem Gesetz, daß bei Verdunstung — und diese wird in Wüsten zunächst auch nach Vermehrung der Niederschläge immer noch sehr stark sein — übersaures Silikat, d. h. Opal, abgeschieden wird. Auf dem Boden von Niederungen aber kann sich zusammen mit Salzen Kieselsäure in Salzteichen abscheiden. Daß dieser Vorgang stattfindet, dafür bietet das Tote Meer und der Bounoville See ein Beispiel. Das Sediment des ersteren besteht abzüglich 20 % Kochsalz aus Kalkkarbonat (43 %) und Kieselsäure (36 %) nebst etwas Kalkerde und Magnesia als Silikat, ferner aus etwas Eisenoxyd und Tonerde.[15] Derselbe See, in kalkarmer Gegend gelegen, würde wohl eine Ablagerung aus Kochsalz und Kieselsäure mit geringen Beimengungen geliefert haben, vorausgesetzt, daß starke mechanische Einschwemmungen fehlten.

Im Bouneville See[16] besteht das unterste Sediment, das aus dem Beginn, vielleicht auch aus der Zeit vor der Pluvialzeit stammt — der Yellow Clay —, überwiegend aus Kieselsäure und Silikaten, der darüberliegende White Marl dagegen, der sich auf der Höhe der Pluvialzeit ablagerte, hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk.

Yellow Clay: Kalk zu Silikat + Kieselsäure = 30 : 70,
White Marl: Kalk zu Silikat + Kieselsäure = 53 : 47.

Das Becken des Sees war nun vor der Pluvialzeit Wüste, also salzreich, und daher hat wohl die Steigerung der Niederschläge in obigem Sinn gewirkt.

Die Abscheidung der Kieselsäure erfolgt in solchen Salzseen einmal infolge der Verdunstung als übersaures Silikat, bei stärkerer Konzentration auch als alkalireiches Silikat, sodann ist aber eine Fülle von Reaktionen der Salze untereinander, die z. T. früher erwähnt wurden, in solchen Becken möglich, die zur Abscheidung von Kieselsäure und Silikaten führen könnten. Tritt organisches Leben hinzu, so beginnt auch kohlensaures Ammoniak, das bei der Zersetzung der abgestorbenen Körper entsteht, als Fällungsmittel zu wirken.

Es gehört relativ wenig Wasser dazu, damit Einkieselungen von Sand, z. B. von Dünensand, durch hygroskopisch aufsteigende, verdunstende, salzreiche Lösungen zustandekommen, oder damit sich Chalcedon in Salzteichen abscheidet.

Demnach würden, solchen Betrachtungen zufolge, die großartigen Verkieselungen in der Kalahari in einem abflußlosen Gebiet erfolgt sein, in dem Massen von Salzen und Kieselsäure in löslicher Form angehäuft waren und in dem eine Zunahme der Niederschläge eintrat.

III. Anwendung der gefundenen Grundsätze auf die Verhältnisse in der Kalahari.

Wir werden zunächst die Frage erörtern müssen, ob in der Kalahari während der Botletlezeit Verhältnisse, wie sie in abflußlosen salzreichen Gebieten existieren, bestanden haben.

Daß die Kalahari z. T. wenigstens an Salzen reich ist, nimmt zunächst nicht wunder, handelt es sich doch um ein heutzutage abflußloses Gebiet. Sie können also sehr wohl heutzutage vorhanden sein, ohne daß sie früher bestanden zu haben brauchen. Nun sahen wir aber, daß sich das Salz in den Ablagerungen der Kalaharikalkzeit findet. In dem noch älteren Pfannensandstein haben wir in der Salz-Kalk-Ablagerung des Schadumtals und in dem Kalk der Pfanne von Inkauani eine entschiedene Salzseebildung.

So weisen die Kalke unter allen Umständen auf eine Entstehung in abfluß-

losem, salzreichem Gebiet hin. Daß die Chalcedonsandsteine keine Salze enthalten — sie mögen bei sehr genauer Untersuchung nachweisbar sein, fallen aber bei gewöhnlicher Analyse nicht auf —, ist nicht erstaunlich, sie wären ja doch bei der geringen Mächtigkeit der Gesteine längst ausgelaugt werden. Überhaupt müssen wir bei der Behandlung dieses Themas von der Vorstellung ausgehen, daß das Kalaharigebiet, namentlich auch bezüglich der Salze, durchgreifende Veränderungen während der Ablagerung des Kalaharisandes erfahren hat, indem die Pluvialzeit mit ihren Süßwassern die größte Menge der aufgehäuften Salze ausgeführt haben dürfte. Der Salzgehalt von heute ist wohl nur als ein schwacher Rest zu betrachten.

Unter den heutigen Salzen sind mit Sicherheit nachgewiesen Natriumchlorid, Natriumsulfat, Magnesiumsulfat und Calciumsulfat (Gyps), in der Pfanne von Okakama auch Alkalikarbonat. Zu wirklich genauen Untersuchungen fehlte es durchaus an Material. Daß Natriumkarbonat anscheinend zurücktritt, könnte dadurch erklärt werden, daß beim Zusammentreffen von Natriumkarbonat und Calciumsulfat Natriumsulfat und Kalkkarbonat entstehen. Beide Salze sind ja auch mit am häufigsten in Wüsten zu finden.

Daß nun die Kieselsäureabscheidungen gerade an salzreiche Gegenden geknüpft sind, zeigen die beiden Beispiele in der Kalahari, wo anscheinend noch bis vor kurzem direkte Verkieselung stattfand, nämlich die „Chalcedonmännchen“ im Kalaharikalk am Botletle und der Salzpelit von Ntschokutsa.

a) Die Verkieselungen im Kalksandstein am Botletle.

In den Kalksandsteinen von ²Namessan und Mene a kwena (Anhang VI, Nr. 6 und 7) findet man glasige, manchmal wie Lößmännchen verzweigte Kerne, die verkieselte Partien von Kalksandstein sind. Sie finden sich da, wo der Kalk kochsalzhaltig ist. Bereits bei der Untersuchung an Ort und Stelle schien mir ein innerer Zusammenhang zwischen der Kieselsäurekonkretion und dem Salzgehalt zu bestehen. Das Salz steckt in den Maschen des an Kalk reichen zelligen Gerüstes, und zwar hat der Sand eine auffallend grünliche Farbe. Innerhalb des kalkreichen, teilweise verkieselten Zellwerks dagegen ist das Kochsalz durch den Geschmack nicht nachweisbar.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß tatsächlich ein solcher innerer Zusammenhang zwischen Kochsalz und Kieselsäure besteht. Wenn nämlich Kochsalz in kohlensaurem Wasser auf Kalkkarbonat einwirkt, so entsteht saures Natriumkarbonat und Salzsäure. Das erstere fällt aus und kann nun auf die Kieselsäure der Diatomeen wirken, die sich tatsächlich im Zustand der Zerstörung befinden. Die Salzsäure zersetzt den kohlensauren Kalk zu Chlorcalcium und Kohlensäure. Letztere geht in Lösung und verursacht neue Umsetzungen. Chlorcalcium dagegen, ebenso wie die Salzsäure, zerlegen Natronsilikat, unter Bildung von Kalksilikat, resp. freier Kieselsäure und Kochsalz. Kalksilikat wird aber durch Natriumkarbonat wieder zersetzt. So kann theoretisch eine Fülle von Umsetzungen stattfinden, die Kieselsäure lösen, in Bewegung setzen und schließlich zur Abscheidung bringen, namentlich während der Trockenzeitperiode und der durch sie bedingten Verdunstung. Jedenfalls kann lediglich durch Kochsalz in diatomeenhaltigem kohlensauren Kalk Kieselsäure gelöst und abgeschieden werden.[17])

Daß die Verkieselung bei Mene a kwena und ²Namessan tatsächlich an das Kochsalz gebunden ist, geht daraus hervor, daß an allen anderen Lokalitäten am Botletle, wo Kochsalz fehlte, d. h. wo dasselbe nicht durch den Geschmack festzustellen war, tatsächlich auch Verkieselung makroskopisch nicht nachweisbar war. Kohlensäure enthalten die zirkulierenden Wasser dort sicherlich in Menge, da sie den dichten üppigen Uferwald passiert haben, und die Abscheidung

von übersaurem Silikat — Opal — durch Verdunstung ist wohl erst recht erklärlich.

b) Der Salzpelit.

Das zweite Beispiel einer an Salze gebundenen Kieselsäureabscheidung ist der Salzpelit der Salzpfannen. Das ursprüngliche Sediment ist ein an Kieselsäure wahrscheinlich, an Salzen — Kochsalz und Magnesiumsulfat — sicher reicher Kalkmergel. Auch Calciumsulfat könnte ursprünglich vorhanden gewesen sein und, durch Alkalikarbonat gefällt, zur Entstehung der Oolithe Veranlassung gegeben haben.[17a])

Ein solches Sediment wäre als Salzpfannenbildung leicht verständlich. Lösungen brachten Kochsalz, Kalkbikarbonat, Calciumsulfat, Magnesiumsulfat, Kieselsäure, Alkalikarbonate in das Becken, während die Tonerde nebst Quarzsand wohl als Staub hineingeweht und festgehalten wurden. Die Alkalikarbonate mußten sich mit den Sulfaten umsetzen. Natriumsulfat und Kalkkarbonat entstanden, sowie Silikate von Natron, Magnesia, Tonerde und wohl auch Kalk. Wenn nun auf solches Sediment Quellen mit Natronsilikat, nebst Alkalikarbonaten und Kochsalz einwirkten, so konnte sehr wohl der Salzpelit als Natrium-Magnesium-Tonerde-Hydrosilikat entstehen, unter Auflösung des quantitativ weitaus überwiegenden Kalkkarbonats und Abscheidung von übersaurem Silikat — Opal —, das sich dann in Chalcedon umwandelte. Zersetzung organischer Substanzen unter Bildung von Ammoniumkarbonat könnte die Fällung beschleunigt haben. *Bischof* hat auch auf eine Reaktion hingewiesen, die bei der Entstehung der Kruste, die ja mit Auslaugung von Tonerde, Magnesia und Natron verbunden war, mitgewirkt haben mag. Natronsilikat zersetzt nämlich Verbindungen von Magnesia und Tonerde — Magnesiaaluminat —, löst ferner aus Tonerdesilikaten die Tonerde und führt sie fort.

In welcher Form die Auslaugung stattfand, nämlich durch Entfernung als Effloreszenzen in Staubform — zoogene Winderosion —, und wie die Kieselsäure als schwerlösliche Verbindung bereits innerhalb des Sediments nahe der Oberfläche ausfiel und daher nicht mit effloresziert und fortgeblasen wurde, sondern eine Kruste bildete, wurde bereits in Kap. XXVIII ausführlich auseinandergesetzt. Auch das Zurückbleiben des Eisens erklärt sich wohl aus der Schwerlöslichkeit der Eisenoxydhydrate, resp. der schnellen Oxydation des Oxyduls an der Luft und Ausfallen als Oxyd.

Ich bin weit davon entfernt zu glauben, daß mit obigen theoretischen Ausführungen die tatsächlichen Vorgänge der Verkieselung festgestellt und erklärt seien. Es handelt sich lediglich um die Anführung einer Reihe von Reaktionen, die möglicherweise, ja sehr wahrscheinlich stattgefunden haben. Vermutlich haben aber die verschiedenartigen chemischen Umsetzungen in verwirrender Fülle und Wiederholung stattgefunden, namentlich bei Mitwirkung von Adsorption. Durch freie Salz- und Schwefelsäure wird die Zahl und Intensität der möglichen Prozesse noch ganz wesentlich erhöht.

Erst an der Hand genauer chemischer Untersuchungen mit reichhaltigem Material von Quellwasser, Sedimenten und Gesteinen wird man zu zuverlässigen Resultaten über die Abscheidung der Kieselsäure gelangen. Die Existenz dieser Abscheidung steht fest, daß sie gerade in salzreichem Gestein heute noch stattfindet, oder mindestens in jungalluvialer Zeit stattgefunden hat, ist wohl auch sicher. Deshalb ist es sehr wohl möglich, daß auch die Chalcedone und Chalcedonsandsteine, sowie die riesenhaften Verkieselungen der alten Gesteine auf salzreiche Gewässer — besonders kohlensaure Alkalien —, die sehr viel Kieselsäure gelöst enthielten, zurückzuführen seien.

Gibt es nun noch andere Beobachtungen, die darauf hinweisen, daß das Kalabarigebiet früher schon abflußloses salzreiches Gebiet war?

IV. Anzeichen einer Wüstenperiode während der Botletlezeit.

Wir haben während der Darstellung der Reise-Beobachtungen Anzeichen dafür in großer Zahl und Mannigfaltigkeit gefunden.

Wir wollen nun untersuchen, ob alle diejenigen Erscheinungen, die wir in Wüsten finden, in der Botletlezeit vorhanden gewesen sind.

1) Trockene Verwitterung.

In den trockenen Ländern zerfallen infolge der Temperaturdifferenzen die Gesteine ohne chemische Verwitterung in eckigen unzersetzten Schutt, der sich auf den Gehängen und in Vertiefungen in verschiedener Größe der Stücke anhäuft. Außerdem kommt es zu einer mechanischen Auflockerung der Gesteine, indem sich verschieden gefärbte Mineralien bei Erhitzung verschieden stark ausdehnen.

Die Oberfläche des Grundgesteins weist in zahlreichen Fällen Erscheinungen auf, die auf solche trockene Verwitterung zurückgeführt werden können, ja müssen. Eckiger, unzersetzter Schutt bedeckte das Grundgestein, lag auf den Gehängen und in Vertiefungen. Später wurde er von Chalcedon, Chalcedonsandsteinen und Kalksandsteinen (Pfannensandstein und selbst Kalaharikalk) verkittet. Die gelockerten porösen Gesteine aber wurden eingekieselt und wohl auch eingekalkt. So entstanden die Übergangsgesteine.

Aber auch die Gesteine der Botletleschichten weisen auf Perioden großer Trockenheit hin, nämlich die breccിösen Gesteine. Sowohl die Chalcedone, die wir ja für Bildungen in Salzpfannen hielten, als auch der dichte Kalkstein, der den Pfannensandstein häufig abschließt, als auch Chalcedonsandsteine und Kalksandsteine selbst sind zerplatzt, voller Risse und Klüfte und in losen Schutt zerfallen. Aber Chalcedon-, resp. Kalksandstein sind wieder verkittet worden.

Ich kann mir von der Entstehung dieser brecciösen Gesteine, sowohl des Grundgesteins als der Botletleschichten, keine andere Vorstellung machen, als daß sie durch Insolation zerplatzten und zu eckigem Schutt zerfielen. Dann wurde Sand durch Winde in den Schutt geblasen, und es erfolgte später eine erneute Einkieselung, resp. Einkalkung. Direkt beobachtet wurde ja dieser Vorgang in der Salzpfanne Ntschekutsa. Eine derartige Entstehungsweise setzt abwechselnd Perioden mit relativ großen Niederschlägen und Lösungen von Kalk und Chalcedon und Perioden großer Trockenheit mit Trockenlegung der entstandenen Sedimente voraus.

Daß es sich wirklich um eine rein mechanische Verwitterung, Schuttbildung und Auflockerung der Gesteine gehandelt hat, ohne jede Spur feuchter Zersetzung, das beweist die klare reine Beschaffenheit des Opals und Chalcedons in Gesteinen, in denen selbst bei geringfügiger feuchter Zersetzung sofort eisenschüssiger Lehm entstanden wäre, der mit Chalcedon und Opal einen unreinen eisenschüssigen Jaspis gebildet hätte. Ferner beweist das die frische Beschaffenheit der verkitteten Gesteinsbruchstücke selbst.

2) Die Entstehung von Sand.

In allen Wüsten entstehen Sandmassen bei der Verwitterung der Gesteine, indem die Quarzkörner zurückbleiben, während die anderen Bestandteile durch physikalische und chemische Einflüsse zerstört und durch Wind und Wasser fortgeführt werden. Daß auch aus gemischten Wüstenablagerungen, nämlich lehmigen Alluvien, durch Windsaigerung Flugsand entsteht, hat *J. Walther* [18]) in Turkestan beobachtet. Alle Wüsten sind jedenfalls durch die Anhäufung großer Sandmassen ausgezeichnet.

Die Kalahari nun ist selbst ein gewaltiges Sandfeld, und der Gedanke liegt nahe, daß diese Sande Wüstensande sind, entstanden in einem abflußlosen Becken. Nun haben wir freilich gesehen, daß der Kalaharisand seine Ausbreitung zum großen Teil Flüssen verdankt, daß er auf Ablagerungen liegt, die im Wasser entstanden sein müssen, und zwar in junger Zeit, denn sie enthalten rezente Molluskenschalen. Aber diese Sandmassen müssen doch schon bestanden haben, als sie von den Flüssen erfaßt und ausgebreitet wurden. Man kann also wohl kaum Einwendungen gegen die Vorstellung machen, daß sie präexistierende Wüstensande waren.

Aber wir haben auch Anzeichen dafür, daß während der Botletlezeit Teile des Ngamigebiets mit Sand bedeckt waren. Erreichen doch die Chalcedonsandsteine ihre größte Mächtigkeit gerade in Senken, also im Okavangobecken (Rengakaschichten),*) in der Zentralsenke, am Botletle. Ist es nicht das natürlichste, diese Sandsteine für alte Wüstensande zu halten, die lokal durch salzreiche, vielleicht hygroskopisch aufsteigende Feuchtigkeit einkieselten? Daß die Einkieselung tatsächlich lokal stattfand, zeigen die Rengakaschichten in der Ebene des Ngami. Dort sind sie erhalten geblieben, aber in der Zentralsenke und anderswo wurden die nicht eingekieselten Sande später verweht, verwaschen. So ragen denn jetzt die innerhalb von Wüstensand entstandenen Chalcedonsandsteine als Berge und Klippen auf. Die Lagen reinen Chalcedons, die in und auf ihnen liegen, wären aber Abscheidungen von Kieselsäure in Salzteichen innerhalb der Sandwüste über eingekieseltem Sandstein.

Wir gelangen also so zu der Vorstellung, daß die Gesteinsfelder flache Rücken waren, die aus Dünenfeldern aufragten und selbst von Sand nur wenig bedeckt waren. Denn wo auf ihnen Chalcedonsandsteine liegen, sind sie wenig mächtig und bilden vereinzelte Partieen.

3) Die Oberflächenformen des Grundgesteins.

Mit der Auffassung, daß die Chalcedonsandsteine eingekieselte Wüstensande sind, stimmen nun die Oberflächenformen des Grundgesteins überein, nämlich die eigentümlichen geschlossenen Hohlformen, die wir im Chansefeld und im Ngamirumpf deutlich beobachten konnten, deren Existenz aber auch im Kaukaufeld und auf dem ²Oasplateau wahrscheinlich erschien. Hierher gehören ferner die langen Grauwackenwälle, sowie die unregelmäßigen Vertiefungen im Diabas auf dem Boden der Totingbucht. Auch am Schadum und am Okavango haben wir das abwechselnde Auftauchen und Verschwinden des Grundgesteins beobachten können.

Forschen wir nach den Kräften, die derartige Wälle, Kessel und Mulden gebildet haben könnten, so müssen wir fließendes Wasser völlig ausscheiden, Gletscher sind für diese Gegend gänzlich unwahrscheinlich und würden überdies höchstens zur Erklärung der Mulden, niemals aber der Wälle herangezogen werden können. Der einzige Faktor, der in Frage kommen kann, ist der Wind. Der schleifende Sand, auf zersetztem gelockerten Gestein auch der Wind durch Ablation allein, kann derartige Hohlformen schaffen und Wälle härteren Gesteins herausmodellieren. Tatsächlich liegen aus anderen Gegenden Beobachtungen über derartige Hohlformen vor. So beschreibt z. B. *Gilbert*[19]) aus den Prärien flache Einsenkungen in Schieferton mit steilem Rand und ebenem Boden

*) Die Adpression der Quarzsandkörner in diesen Sandsteinen weist auf hohen Druck hin, dem der Sand ausgesetzt war. Demnach muß die Lage der Sandsteine früher eine andere gewesen sein. Tektonische Pressung kann man ausschließen, es kommt also nur die Last auflagernder Schichten in Frage. Eine solche bestand, wenn einst hohe Dünen über sie hinweggewandert sind. Ich habe vergessen, auf diese Erklärung bei der Darstellung der Rengakaschichten am See hinzuweisen.

als Produkte der Winderosion. Die Form dieser „Saucers“*), wie er sie nennt, erinnert lebhaft an die Kessel der Kalahari. *Gilbert* macht leider keine Angaben über ihre Tiefe und Größe.

Wenn aber bereits in den vegetationsbedeckten Prärien derartige Auswühlungen in freilich weichem Gestein möglich sind, so können sie in Wüsten, in denen mannigfache Kräfte für die Auflockerung der Gesteine sorgen, erst recht entstehen. Aus der nordafrikanischen Wüste werden denn auch tatsächlich flache Hohlformen als Produkte der Winderosion erwähnt, ohne nähere Beschreibung.

Am wichtigsten erscheinen mir die Beobachtungen Professor *Fischers*[20]) aus dem Atlasvorlande Marokkos aus einem Gebiet saiger stehender alter Tonschiefer und Grauwacken. „Quarzgänge in den Schiefern traten als weiße Trümmerlinien hervor, festere Grauwackenschichten waren geradezu als niedere Mauern herauspräpariert; in diesem trockenen Klima eine anziehende Erscheinung.“

„Im Bereich dieser steil aufgerichteten Schichten war der Boden mehr oder weniger einer beschotterten Straße ähnlich, namentlich wo er bei anstehenden Grauwacken von den kantigen Trümmern derselben bedeckt war. Streckenweise bestand er aber, wie reingefegt, nur aus dem anstehenden Fels. Er entsprach also der in der Sahara als Hammada bezeichneten Form der Wüste.“

In Marokko bereits und noch mehr in der Sahara haben wir also das Landschaftsbild vor uns, das die Kalahari vor der Botletlezeit auf weite Strecken hin bot, das Bild einer sandgepeitschten, mit eckigem Schutt bedeckten Hammada und Sserir.**)

4) Die Staubausfuhr.

Alle Wüsten sind Regionen, in denen durch die mechanische und chemische Verwitterung feiner Staub entsteht. Es ist bekannt, welche riesigen Staubmassen jährlich aus der Sahara in den atlantischen Ozean geführt werden. Vor kurzem noch wurden dieselben zweimal durch südwestliche Winde nach Mitteleuropa verweht. Die Wüsten Innerasiens sind die Heimat des Löß, der in China abgelagert wird.

Geht die Staubausfuhr, die ja von günstigen Winden abhängt, lange Zeit hindurch vor sich, so können staubfreie, sandreiche und felsige Wüsten entstehen. Diejenigen Stellen, in denen sich noch am ehesten Staub ansammeln wird, sind die feuchten Salzpfannen, resp. Salzseen. Der Staub besteht aber zum größten Teil aus feinen Gesteinssplittern, besonders von Kalk, Kieselsäure, Feldspäten, Glimmer und andern Silikaten, ferner aus Tonerde, Salzen u. s. w.

Auch ohne chemische Untersuchung fällt dem Reisenden die Armut der Kalahari an tonigen oder lehmigen Gebilden auf. Wohl sind in Gesteinsfeldern die Roterden, die als heutige Verwitterungsprodukte aus Grauwacken entstehen, Lehme, soweit sie nicht durch Beimengung von Sand verändert sind. Der Kalaharisand ist aber nie lehmig, selbst der Boden der Vleys ist mehr humoser schlammiger Sand als Lehm. Die jungen Kalke sind ebenfalls nicht merglig zu

*) Übrigens ist es fraglich, ob die „Saucers“ der Prärien nicht z. T. zoogener Erosion ihre Entstehung verdanken, nämlich den Büffelherden der früheren Zeit. *Gilbert* selbst regt diese Frage an. Da sich die Saucers mit Regenwasser füllen, so kamen die Büffel sicher zur Tränke, durchwühlten den Schlammboden beim Trinken und Sielen und konnten so zu ihrer Vertiefung ganz wesentlich beitragen.

**) Gewiß wird der Leser fragen, ob unter den Bruchstücken, die in Kalken und Chalcedonsandsteinen eingeschlossen waren, sich nicht Kantengeschiebe finden. Bedauerlicherweise habe ich gänzlich vergessen, mich nach ihnen umzusehen. Da die eckigen Stücke stets in Gestein eingeschlossen sind, so wäre es notwendig gewesen, speziell nach ihnen zu suchen, und es ist jedenfalls nicht wunderbar, daß mir kein Kantengeschiebe ins Auge fiel. Ich bedauere lebhaft meine Unaufmerksamkeit, da der Nachweis von Kantengeschieben eine ganz wesentliche Stütze der hier vertretenen Ansichten wäre.

nennen, und nur äußerlich macht der „Salzton" den Eindruck eines tonigen Gebildes. Von den jüngsten Alluvien scheint nur der Beckenschlamm des Ngami in nennenswerter Menge Ton zu enthalten. Humose Stoffe überwiegen aber auch hier, wie bei dem Schlammboden der Flüsse.

Die Analysen lassen nun tatsächlich die ganz auffallende Armut an Tonerde in den jüngeren Ablagerungen der Kalahari erkennen. Dieselbe ist so groß, daß in den meisten Fällen in den Analysen eine Trennung von dem Eisenoxyd nicht nötig schien, da beide in zu geringer Menge verhanden waren.

Minimal ist der Gehalt an Tonerde in dem Chalcedon, und die Sesquioxyde desselben bestehen hauptsächlich aus Eisenoxyd.

Sehr bemerkenswert ist die Tonerdearmut derjenigen Kalke, die ihrer Lagerung und ihrer Struktur nach als Kalkkrusten oder Sinterkalk, der in rieselndem Wasser abgeschieden wurde, aufzufassen sind, also dem Kalk von Naissóba (Nr. 3) und der Kalkrinde Nr. 4 im Anhang VI. Wenn Staub, der ja zum großen Teil aus Tonerdeverbindungen besteht, in dem Lande in Menge vorhanden war, dann wäre er wohl in die Kalkkrusten eingeschlossen worden. Aber kein Kalk ist so arm an Tonerde, wie gerade die Sinterkalke.

Dagegen finden wir einen nennenswerten Betrag von Tonerde in denjenigen Kalken, die wir als Beckenbildungen auffassen müssen. So hat der Tuff von Letlakane (Nr. 9) fast 3 % Sesquioxyde, und zwar davon sehr wenig Eisen, der von Kalkfontein (Nr. 10) hat sogar 4.49 % Al^2O^3. Einen noch höheren Gehalt besitzt der Kalk des Pfannensandsteins von ²Nakais (Nr. 2), über 6 %. Wenn man in beiden Kalken — Kalkfontein und ²Nakais — den Quarzsand, der ja in ersterem doppelt so groß ist, wie in letzterem, eliminierte, so würden beide Kalke annähernd den gleichen Prozentsatz an Tonerde haben.

Noch bedeutend höher ist der Tonerdegehalt der Ntschokutsapfanne (10 %), der wohl kaum nachträglich durch Quellen in die Pfanne gelangte.

Scheinbar gering (1,46 %) ist der Tonerdegehalt des Salzmergels vom Schadum (Nr. 11). Aber die vorliegende Analyse gibt die Zusammensetzung eines sehr salzreichen Stückes; in einer anderen Probe fand Dr. *Elich* fast 5 %.

Auch der mürbe Kalksandstein vom Betletle, zweifellos eine Beckenbildung, hat einen nennenswerten Gehalt an Tonerde, sobald man den Quarzsand (44 %) ausschaltet und dann den Gehalt an Tonerde und kohlensaurem Kalk vergleicht.

Keiner der analysierten Kalke verdient indes den Namen „Mergel", selbst nicht „toniger Kalk", aber der Gehalt an Tonerde ist immerhin viel größer als bei den Sinterkalken und darf wohl unschwer erklärt werden durch Staubansammlung. Denn die Beckenkalke sind in lokalen Salzseen entstanden während Perioden relativer Trockenheit, wie wir im nächsten Kapitel sehen werden.

Gehen wir nun zu den jüngsten Alluvien über, so finden wir im Schadum- und Ngamischlamm einen bemerkenswerten Gegensatz. In jenem sind nur Spuren von Sesquioxyden vorhanden, in diesem fast 15 %. Dabei ist in letzterem der Gehalt an Quarzsand größer als in ersterem.

Beide Alluvien sind Flußschlamme aus der allerjüngsten Zeit. Woher der Unterschied?

Der Schadum liegt völlig im Sandfeld, und selbst wenn er früher ein Arm des Omuramba u Omatako gewesen sein sollte, so ist die Schlammprobe, die der Oberfläche entnommen ist, doch wohl jünger als jene Verbindung. So besteht denn der Schadumschlamm aus denjenigen Stoffen, die hauptsächlich im Sandfeld und im Tal vorhanden sind, Quarzsand, Kalk und Vegetabilien. Auch für die außerordentlich geringe Löslichkeit des Eisens in den tropischen Gewässern ist dieser Schlamm ein Zeichen; denn Eisen ist in dem roten Kalaharisand reichlich vorhanden und wäre daher von Rechts wegen auch im Schlamm

zu erwarten. Interessant ist auch der Gehalt an Chlornatrium, der wohl aus dem Pfannensandstein des Ufers stammt.

Anders sind die Verhältnisse im Ngami. Der Tauche bezog seine Sedimente fern aus dem Norden. Aus den regenreichen tropischen Gebieten der Wasserscheide hat der Kubango Schlamm heruntergebracht, und ebenso der Kwito. Dieser Schlamm, der durch tropische Verwitterung entstanden ist, wird in den Schilfsümpfen des Okavango oberhalb Andara und in denen des Tauche wohl zum größten Teil aufgefangen. Nur Reste gelangten früher noch in den Ngami. So ist denn der Beckenschlamm dieses ehemaligen Sees wohl relativ reich an Tonerde, d. h. reich für die Verhältnisse der Kalahari, aber doch recht armselig verglichen mit den Sedimenten anderer Seen, die aus Gebieten mit starker feuchter Verwitterung Zufluß erhalten.

Solche Erscheinungen weisen darauf hin, daß zu der Zeit, als sich die Sande bildeten, die eingekieselte wurden, ferner als die Kalke der Botletle- und Kalaharikalkzeit entstanden, eine auffallende Armut an Tonerde herrschte. Dieselbe kann erklärt werden durch Ausfuhr der chemisch abgeschiedenen und mechanisch zerfallenen Verwitterungsprodukte in Staubform — ein Vorgang, der in allen Wüsten in großartigem Maßstab zu beobachten ist.

5) Die chemische Zersetzung in Wüsten.

Trotz mannigfacher Arbeiten über Verwitterung in Wüsten sind wir über die chemischen Umsetzungen daselbst doch noch recht wenig orientiert. Sicher ist es, daß eine Reihe von Salzen als Verwitterungsprodukte entstehen, und zwar vorwiegend Chloride, Sulfate und Karbonate der Alkalien und alkalischen Erden, nebst sehr viel Kieselsäure, allein über die Intensität der Salzbildung und die speziellen chemischen Vorgänge wissen wir doch noch recht wenig Sicheres. Einer der Gründe hierfür dürfte der sein, daß direkte Untersuchungen über die chemischen Umsetzungen in Gebieten gemacht worden sind, die sehr komplizierte, schwierige Verhältnisse aufweisen müssen, nämlich in Gegenden mit marinen Ablagerungen, die an primären Meeressalzen reich sind.[20a]) In derartigen Gesteinen sind die Umsetzungen deshalb nicht typisch für reine Wüstenverwitterung, weil die vorhandenen Salze einmal abnorm gewaltige Wirkungen ausüben und außerdem wahrscheinlich gar nicht in der Zusammensetzung vorhanden sind, in der sie in salzfreien Gesteinen bei Wüstenverwitterung entstehen. So tritt z. B. Gyps in solchen Mengen in den cretaceischen und tertiären Ablagerungen der Sahara auf, wie er bei reiner Wüstenverwitterung kaum entstehen dürfte.

Um ein klares Bild von der chemischen Verwitterung zu gewinnen, wäre es notwendig, zunächst in einem Gebiet salzfreier, z. B. kristalliner Gesteine verschiedener Art, die Beschaffenheit und Menge der entstehenden Salze zu bestimmen und dann die hier spielenden Zersetzungsvorgänge zu vergleichen mit den Prozessen, die in an Meeressalzen reichen Schichten stattfinden. Vielleicht würde man dann erkennen, ob nicht bei „einfacher“ Wüstenverwitterung hauptsächlich Karbonate entstehen, neben Chloriden und Sulfaten, bei „komplizierter“ Verwitterung dagegen letztere bedeutend überwiegen, dank der primär vorhandenen chlor- und schwefelsauren Salze. Daß diese dann wiederum in ganz ungewöhnlich energischer Weise das Gestein, in dem sie stecken oder das sie passieren, zersetzen, liegt auf der Hand. Daraus erklärt sich wohl auch die merkwürdige Verwitterung „von innen heraus“, die *Fraas*[21]) zuerst beschrieb.

In der Kalahari dürften die Ablagerungen, da sie ein sehr hohes Alter besitzen, als das Wüstenklima begann nicht mehr primäre Meeressalze besessen haben, es dürfte dort also „einfache chemische Wüstenverwitterung“ geherrscht haben. Zwar sind wir über die zur Ablagerung gelangten Salze noch wenig orientiert, doch soviel kann man sagen, daß Chloride und Sulfate der Alkalien überwiegen, während Alkalikarbonate bisher nicht in großen Massen nachgewiesen

worden sind, Gyps aber erst recht keine Rolle spielt. Das Fehlen der so leicht löslichen Alkalikarbonate könnte erklärt werden durch die gewaltigen Veränderungen, die während der folgenden Perioden, besonders während der Pluvialzeit, der angehäufte Salzvorrat infolge starker Ausfuhr erlitten haben dürfte, aber sehr wohl denkbar ist es auch, daß sich Alkalikarbonate und Gyps, die bei den Wanderungen der Salze in den regenreicheren Perioden notwendigerweise oft zusammenstoßen mußten, umgewandelt haben in Na^2SO^4 und $CaCO^3$. Eine solche Umsetzung, die chemisch wohl bekannt ist, würde den auffallenden Mangel an Gyps erklären, der durch Gypsausfuhr in Lösungen während der Pluvialzeit kaum erklärt werden könnte. Zugleich würde erklärt der Reichtum an kohlensaurem Kalk, der bei solcher Entstehung als Aragonit ausfällt, sich aber im Laufe der Zeit in Calcit umwandelt.[22])

So sind wir denn vorläufig außer stande, über den Charakter und die Intensität der chemischen Verwitterung der damaligen Wüstenperiode zu einer bestimmten Auffassung zu gelangen. Dazu fehlt es einmal überhaupt an den Grundlagen, d. h. an der genauen Kenntnis des Charakters der „einfachen" und „komplizierten" chemischen Verwitterung in Wüsten im allgemeinen, sowie der in der Kalahari heutzutage vorhandenen Salzarten im besonderen, sodann aber sind letztere wahrscheinlich sowohl nach Qualität als Quantität durch die späteren regenreicheren Perioden derartig verändert worden, daß ihre ursprüngliche Beschaffenheit vielleicht überhaupt nicht mehr erkennbar ist. Wir müssen uns also damit begnügen, wie es ja schon geschehen ist, darauf hinzuweisen, daß es in der Kalahari zu einer Anreicherung von Salzen, wie sie bei der Verwitterung von Gesteinen entstehen, gekommen ist. Daher dürfte das Gebiet abflußlos gewesen sein und ein trockenes Klima geherrscht haben.

Wichtig ist das vollständige Fehlen von Brom und Jod in den Salzablagerungen der Kalahari. Herr Dr. *Elich* hat wenigstens in dem Salzmergel des Schadum und in dem Salzmergel von Ntschokutsa keine Spur dieser Elemente gefunden. Jod fehlt auch ganz dem Salz der Pfanne von Okakanna. Das sind wichtige Hinweise auf die Abwesenheit von Meeressalzen und kontinentale Entstehung der Salzanhäufungen.

Alte Schutzrinden wurden nie beobachtet und ebensowenig infolge Zersetzung der Gesteine „von innen heraus" entstandene salzreiche Oberflächenschichten. Solche Bildungen kann man aber wohl kaum noch erwarten. Während der feuchteren Perioden dürften sie den Niederschlägen nicht Widerstand geleistet haben und zerstört worden sein. Ihr Fehlen spricht also wohl nicht ernstlich gegen eine frühere Wüstenperiode.

V. Das Alter der Verkieselungen.

Die Verkieselungen gehören sicherlich nicht einer, sondern mehreren Perioden an und erstrecken sich über lange Zeiträume.

Relativ sehr jung, vielleicht rezent sind die Verkieselungen im Kalaharikalk und den Salzpfannen. Wegen Fossilienmangel nicht mehr direkt zu bestimmen ist das relative Alter der Verkieselung im Pfannensandstein. Aber dieser Kalksandstein hat doch entschieden nicht den Habitus einer sehr alten Ablagerung.

In den eingekieselten Chalcedonsandsteinen nun finden wir eine Ablagerung, deren Opal- resp. Chalcedonzement ebenfalls auf kein sehr hohes Alter hinweist. Jedenfalls ist es sicher, daß selbst die ältesten Botletlegesteine zu einer Zeit entstanden, als die Oberfläche des Grundgesteins bereits die heutige Beschaffenheit besaß.

Eine Ausnahme gibt es, die 'Kai'kaiberge. Es ist ganz undenkbar, daß die isolierten Chalcedonstöcke unter den heutigen Verhältnissen entstanden sein können.

Dieselben müssen im Schichtenverband gesteckt haben. Gedenken wir nun noch dazu der Tatsache, daß der Chalcedon dieser Berge z. T. von Quarz nicht zu unterscheiden ist, so werden wir genötigt, für die gewaltigen Verkieselungen der ǀKaiǀkaiberge ein hohes Alter anzunehmen. Indes scheinen die Verkieselungen auch dort teilweise doch jung zu sein, so z. B. der eingekieselte Chalcedonsandstein in den Tälern und viele brecciöse Gesteine auf der Oberfläche der heutigen Berge.

So fehlt denn jeder Anhalt für eine auch nur relative Altersbestimmung der Bildung der Chalcedonstöcke in den ǀKaiǀkaibergen, wenigstens in der Kalahari. Indes ist dieselbe doch bis zu einem gewissen Grade in anderen Teilen Südafrikas möglich.

VI. Verkieselungen in der Prae-Dwykazeit außerhalb der Kalahari.

Am Südrand der Kalahari haben wir einige Formationen kennen gelernt, die wir jetzt näher besprechen müssen, den Malmamidolomit, die Griquatown- und die Matsapschichten.

1) Der Malmamidolomit.

Die Chalcedonbildungen dieses Gesteins sind seit langem bekannt und spielen eine derartige Rolle, daß *Penning* dieses Gestein „Chalcedolite" nannte. Von Namaland bis zu den Drakensbergen hat der Dolomit resp. Kalkstein der mittleren Lydenburger Schichten einen solchen Charakter. Auch der Chalcedon dieses Kalksteins ist quarzähnlich, und sehr interessant sind solche Bezeichnungen von *Ruppert Jones*, der *Stows*[23]) Gesteine aus Westgrikwaland untersuchte, wie „chalcedonic and quartzose bands" oder „chalcedonic quartz" neben „quartzose", „veinquartz", „siliceous calcareous rock", „siliceous limestone".

Ganz besonders aber sind die Beschreibungen brecciöser Kalkgesteine interessant. „Brecciated limestone" wird häufig erwähnt, und es handelt sich anscheinend sowohl um losen eckigen Schutt, der durch Chalcedon verkittet wurde, als um ausgefüllte Klüfte und Sprünge anstehenden Gesteins — ganz wie in den ǀKaiǀkaibergen.

Ruppert Jones ist sich über den Verkieselungsprozeß durchaus nicht im unklaren geblieben, er erklärt ihn für sekundär und spricht z. B. mitunter von „imperfect silification".[24])

2) Die Griquatownschichten.

Enorme Verkieselung haben die Griquatownschichten erlitten, und zwar sind sie in eisenreiche, magnetische Jaspisschiefer umgewandelt worden. Ursprünglich waren es „soft slaty rocks", wie der Bericht der Geological Commission[25]) sagt, und diese unveränderten Schiefertone sind noch stellenweise erhalten.

Diese Jaspisschiefer sind zuweilen brecciös oder richtige Breccien in kieseligem, eisenreichem Zement.

3) Die Matsápschichten.

Diese Schichtengruppe besteht aus Gesteinen, die denen der vorigen Gruppe ähneln. Allein sie sind einmal anscheinend weniger eisenreich, sodann aber vor allem sehr stark brecciös und z. T. wohl direkt verkitteter Schutt. Als Zement wird sehr häufig „chalcedonic quartz" erwähnt, nebst Quarz und Eisenoxyd. Sie beginnen mit einer Breccie aus Gesteinen der Griquatownschichten, und zwar eisenreichen Quarziten, Jaspis und Gangquarz in hartem, kieseligem Zement.

Über das Alter der Verkieselungen der drei Formationen sind wir insofern orientiert, als *Stow* in den „Backhouse Conglomerates", die sicherlich dem Dwyka-

konglomerat angehören, verkieselte Blöcke aus allen drei Abteilungen fand. Demnach ist die Verkieselung sicherlich vor dem Beginn der Karrozeit erfolgt.

Wir dürfen also wohl annehmen, daß die meisten Chalcedonbildungen in dem Malmamidolomit bereits so alt sind. Da nun aller Wahrscheinlichkeit nach die Ngamischichten den Lydenburger Schichten entsprechen, so wären also auch die Chalcedonstöcke der 'Kai'kaiberge, vielleicht auch die Verkieselungen der Ngamikalksteine überhaupt alte, vor der Glazialzeit beendete Bildungen.

Solche alte verkieselte Kalksteine gehören nun nicht bloß dem südlichen Afrika von der Kalahari abwärts an, sondern kommen auch nördlicher vor.

In sehr großem Umfang sind alte Kalksteine im Katangagebiet verkieselt worden. Die Beschreibungen *Cornets*[26]) von Hornsteinkalken, blauen Kalksteinen mit Nestern von Hornstein, kieseligen Kalkschiefern, Jaspis, Phthaniten, „oolithischen" Kieselschiefern etc. sind unverkennbar. Die „oolithischen" Gesteine könnten durch unregelmäßige Verkieselung gefleckte Gesteine sein, wie so manche verkieselte 'Kai'kaikalke, die ich auch als „oolithoid" etikettierte.

Eine sehr große Verbreitung haben dieselben verkieselten Kalksteine in der Gegend des Stanley Pools in der „Zone Schisto-Calcareuse". Diese aus gefalteten Kalken, Kalkschiefern, Schiefertonen und zu unterst Konglomeraten bestehende Schichtengruppe enthält in den oberen Partien Verkieselungen. „Cherts" (Feuersteine) nennt *Cornet* gewisse kieselige Felsen, die er nie anstehend sah und die er für sekundär verkieselt hält. Wegen ihrer sehr wechselnden petrographischen Beschaffenheit nennt er sie auch grès oder roches polymorphes. Denn ein und derselbe Block scheint Sandstein, Quarzit, Kalkstein, Hornstein, Jaspis, Chalcedon etc. zu sein. In noch höherem Niveau liegen „oolithische Kieselschiefer".

Diese grès polymorphes sind der Beschreibung nach sehr ähnlich den grès polymorphes der Lubilasch-Schichten, die wir noch kennen lernen werden, aber nicht mit ihnen identisch.

Aus diesen Angaben ersieht man, daß die Verkieselung der alten Kalksteine kein lokales Phänomen ist, sich vielmehr über einen weiten Raum hin erstreckt. Da diese übrigens auch am Kongo den Lydenburger Schichten entsprechen dürften, so könnte die Verkieselung innerhalb einer bestimmten Formation — Lydenburger- und Matsapschichten — wohl unter den gleichen Bedingungen gleichzeitig vor sich gegangen sein.

Wir haben nun gesehen, daß starke Verkieselung wohl in abflußlosen, an Salzen reichen Gebieten vorkommt. Könnte man für jene alten Verkieselungen dasselbe annehmen?

Sehr eingehende und vorsichtige, speziell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen werden vielleicht in Zukunft Licht bringen. Es wäre aber übereilt, jetzt schon eine Hypothese aufstellen zu wollen. Ist doch der Prozeß der Verkieselung, sein Charakter unter verschiedenen Bedingungen, z. B. in großer Tiefe bei hoher Temperatur und Druck und bei vielleicht geringem Gehalt der Gewässer an Kohlensäure, noch ganz unbekannt und sind die physikalisch-chemischen Verhältnisse jener alten Zeiten erst recht unsicher.

So will ich mich denn darauf beschränken, auf folgendes aufmerksam zu machen. Die Basisbreccienschichten beginnen mit eckigen Trümmern älterer Gesteine auf deren denudierter Oberfläche, bestehen aus mächtigen fossilienleeren Sandsteinen und Schiefertonen. Eckige Gesteinsstücke kommen in der ganzen Schichtenserie vor. Könnte also nicht die Vermutung *J. Walthers*[21]) hier zutreffen, der bei allen mächtigen fossilienfreien Sandsteinablagerungen eine Entstehung in Wüsten vermutet?

Es würde sich in diesem Fall eventuell um gemischte Wüstenablagerungen handeln.

Ein anderer, vielleicht nicht zufälliger Befund ist das Auftreten von Salz-

quellen im Bereich der verkieselten Gesteine. *Cornet*[28]) beschreibt die Salzebene von Moachia mit Quellen, die Kochsalz und Magnesiumsulfat enthalten. Könnte zwischen den starken Verkieselungen und dem Salzgehalt der Gesteine nicht ein innerer Zusammenhang bestehen?

VII. Verkieselungen in Nordamerika.

In den Vereinigten Staaten treten enorme Verkieselungen auf, und zwar vorwiegend im Algonkian.[29]) Diese praekambrische Formation hat nun eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit der Schichtenreihe der Lydenburger und Basisbrecciensehichten, und zwar mit der unteren Marquette Formation Michigans, resp. der Menominee Formation (Grenze zwischen Michigan und Wisconsin). Die Marquette Formation beginnt mit den Mesnard Quartziten, und zwar stets mit einem Basiskonglomerat auf archaischem Gestein. Dem würden entsprechen die Black reef Series.

Es folgt der Kenadolomit, der der Beschreibung nach eine frappante Ähnlichkeit mit Malmamidolomit hat und ebensogut den Namen „Chalcedolite" verdient.

Darüber liegen die Wewa Slates, Schiefer, Sandsteine, Grauwacken, aber auch Jaspisschiefer, „Cherts" in großem Umfang (cfr. Pretoria- und Griqnatownschichten). Es folgen die Ajibik Quarzite, die stets mit einem Basiskonglomerat beginnen und glasige Quarzite, Jaspis und andere Kieselgesteine enthalten. Sie würden zusammen mit den Siamo Slates und der Negaunee-Formation, die beide vorwiegend aus Jaspisschiefer, Kieseleisensteinen, Jaspiliten, eisenschüssigen Schiefern bestehen, den Basisbrecciensehichten entsprechen. Die Negauneeschichten enthalten übrigens reiche Eisenerzlagerstätten in brecciösem Jaspis. Sehr auffallend ist überhaupt die Entwicklung verkieselter Breccien, die *Van Hise* für Reibungsbreccien hält.

Ich bin weit davon entfernt, die unteren Marquetteschichten nun mit den entsprechenden petrographisch ähnlichen Schichten in Afrika identifizieren zu wollen. Es ist nicht wahrscheinlich, daß sie gleichalterig sind, aber sie könnten unter ähnlichen Bedingungen entstanden sein, eine ähnliche sekundäre Entwicklung durchgemacht haben. Ich glaube an eine Gleichalterigkeit zunächst um so weniger, als die Taconicschichten[30]) in der Messabi Iron Range (Minnesota), die für unteres Cambrium gehalten werden, der Beschreibung nach mit den Jaspisschiefern und Magnetitschiefern der Griquatown-Matsapschichten gleichfalls eine frappante Ähnlichkeit haben. Brecciöse Gesteine werden dort auch erwähnt.

Andere Beispiele großartiger Verkieselungsprozesse in Kalksteinen sind der Boone Chert[31]) in Missouri, die Kalksteine der Halbinsel von San Francisco — Silex carbonate Sinter —, vielleicht auch die merkwürdigen „Radiolaria Cherts", zu deren Erklärung *Lawson*[32]) primäre submarine Kieselsäurequellen annimmt, die aber vielleicht sekundärer Verkieselung ihren Ursprung verdanken. Damit sind die Beispiele noch lange nicht erschöpft.

Man verzeihe die weite Abschweifung vom Thema. Sie ist aber vielleicht berechtigt mit Rücksicht auf die Großartigkeit der Phänomene in jedenfalls sehr alten Ablagerungen Afrikas und Nordamerikas. Vielleicht könnte eine vergleichende Untersuchung aller jener Gebilde zu einer bestimmteren Auffassung über die Entstehung dieser gewaltigen alten Verkieselungsphänomene führen, die möglicherweise unter Bedingungen entstanden sind, wie sie heutzutage überhaupt nicht mehr existieren, bei höherer Temperatur, höherem Salzgehalt des Meerwassers, vielleicht auch infolge chemischer Umsetzungen in großer Tiefe innerhalb der gebildeten Gesteine u. a.

VIII. Verkieselungen in der Post-Dwykazeit außerhalb der Kalahari.

Die Verkieselungen im südlichen Afrika sind nun keineswegs auf die Zeit vor der Ablagerung des Dwykakonglomerats beschränkt, erfolgten vielmehr auch noch in späterer Zeit.

1) Verkieselung der Primärformation.

Stow[33]) beschreibt kieselige Infiltration der weichen mürben Sandsteine von oben her — Infiltration from above. Sie findet sich in großer Ausdehnung am Oranje bei Kheis und ist zweifellos ein sekundäres Produkt. Wie tief sie geht, sagt *Stow* leider nicht. Ihr Alter ist nicht genau zu bestimmen. Da aber *Stow* keine verkieselten Gesteine dieser Art in dem Backhouse Conglomerat erwähnt und zur Zeit ihrer Entstehung bereits die heutigen Oberflächenformen bestanden haben müssen, so dürfte sie erst nach der Dwykazeit erfolgt sein.

2) Die Bliukklip-Breccie.

Stow[34]) beschreibt ein sehr eigentümliches Gestein, das aus eckigen Blöcken der Griquatownschichten besteht, auf dem alten Kalkstein liegt und oben von Jaspisbänken bedeckt wird. Es ist möglich, daß es eine ganz ungewöhnlich entwickelte Breccie der Basisbreccienschichten ist. Es ist aber auch möglich, daß es sich um verkitteten eckigen Gehängeschutt handelt, der Hügel der Griquatownschichten umhüllte. Dann wären die auflagernden Jaspisbänke gleichfalls Griquatownschichten. Das Zement ist Kieselsäure, die Breccienstücke, die bis zu zwei Fuß Durchmesser erreichen, sind selbst brecciös. Nähere Untersuchungen könnten aber erst Klarheit schaffen, und daher muß der Charakter und das Alter der Blinkklip-Breccie noch als unsicher gelten.

3) Verkieselungen der Enonkonglomerate.

Über das relative Alter der Verkieselung sind wir in den Enonkonglomeraten orientiert, die ja auf der Grenze von Jura- und Kreidezeit entstanden sind. Die Verkieselungen sind häufig, aber lokal, stockförmig, treten plötzlich auf, verschwinden plötzlich und sind eine Crux für die Steinbrucharbeiten.[35])

4) Rezente Verkieselungen.

Für rezente Bildungen halten die südafrikanischen Geologen[36]) gewisse eisenreiche Kies- und Sandbildungen, von denen eine Art, die „limnoquartzites“ oder „burrstones“ von Zwart Klip, der Beschreibung nach ganz auffallend an die Chalcedonsandsteine erinnern. Sie enthalten massenhaft eckige Stücke von Quarz, die durch „vitreous quartzite of a peculiar oily lustre“ verkittet sind. Diese Kieselsäurebreccie geht unter Zunahme von Eisenoxyd in eisenschüssigen Kies über.

Sollte es nicht verkieselter Schutt in Chalcedon oder Chalcedonsandstein sein, wie wir ihn im Ngamigebiet so häufig finden?

5) Verkieselte Kalksteine der Karroformation in Ostafrika.

Auf der Ostseite des Tanganyika in der Gegend von Udjidji liegt zwischen kristallinen Gesteinen der Primärformation eine abgesunkene Scholle von roten Sandsteinen, in die der Mlagarassi ein tiefes Bett gegraben hat. Auf der Westseite des Sees streicht diese Scholle nach W.S.W. weiter, und wird dort vom Lukuga durchfurcht. Wahrscheinlich steht sie, wie *Cornet* meint, mit dem Kundelungu-Sandstein des Katangagebiets in direkter Beziehung. Alle Reisende, die diese

Sandsteine kennen lernten und sie mit den Karroschichten am Nyassa vergleichen konnten, wie *Dantz*, *Moore* und *Thomson*, halten sie für Karroschichten.

Die Kalksteine nun, die sich im höheren Niveau finden, sind vielfach in Hornstein umgewandelt worden. Diese Hornsteinkalke, die *Dantz*[37]) gesammelt hat, gleichen makroskopisch völlig den verkieselten Ngamikalken, und durch die mikroskopische Untersuchung Professor *Kalkowskys* ist die Identität bestätigt worden. Sie sind also in der Postkarrezeit verkieselt worden.

Sollte es ein Zufall sein, daß gerade diese Sandsteine im Bereich der Hornkalksteine so reich an Solquellen[38]) sind? Die Quellen von Rutschugi und Mlagarassi z. B. quellen aus den Sandsteinen hervor. Das Salz ist vor allem Kochsalz. Jod und Brom fehlen ganz, also handelt es sich nicht um marine, sondern um kontinentale Salzbildungen in einem abflußlosen Becken, wie *Dantz*[37]) ganz richtig folgert.

6) Eingekieselte Gesteine Ostafrikas.

Bornhardt[39]) beschreibt aus der oberen Kreide eigentümliche „gefrittete" Sandsteine, die er nie anstehend fand, Nevalasandstein nannte und für obere Kreide hielt. Von Gesteinsproben, die der Sammlung *Bornhardts* entnommen waren, sind nach der mikroskopischen Untersuchung *Kalkowskys* 3 typische eingekieselte Chalcedonsandsteine. Ein viertes Handstück, das einem losen Block entstammte und aus eckigem Schutt in kieseligem Sandstein bestand, erwies sich als kieselig, ohne junges Chalcedonzement.

Die Nevalasandsteine sind also typische eingekieselte Chalcedonsandsteine, durch einen sekundären Prozeß entstanden. Daher muß es fraglich sein, ob wirklich alle Nevalasandsteine Ostafrikas der oberen Kreide angehören. Tatsächlich erwähnt denn auch *Dantz*[40]) aus dem nördlichen Ostafrika Quarzite, die dem Nevalasandstein glichen, aber sicher älter seien als obere Kreide. Ein Teil jener Sandsteine gehört aber wohl zur Kreideformation, und damit ist das Alter der Einkieselung relativ bestimmt. Außer den Nevalasandsteinen weisen nach *Bornhardt* auch in großer Zahl vorkommende verkieselte Hölzer und chalcedonische Konkretionen auf Zirkulation von Kieselsäurelösungen bald nach Ablagerung der Makondeschichten hin.[41]) In den tertiären Schichten Ostafrikas werden derartige Kieselsäurebildungen nicht erwähnt. Natürlich ist man zunächst nicht berechtigt, aus diesem Befund auf ein cretaceisches Alter der Chalcedonsandsteine der Kalahari zu schließen.

Ferner möchte ich die Aufmerksamkeit auf relativ junge Breccien und Konglomerate lenken, die *Dantz*[42]) aus Ostafrika beschreibt. „Es sind gelbliche bis rosarote Breccien, durch kieselsaures, meist etwas eisenschüssiges Zement verkittete, meist nußgroße Stücke von Hornstein und Quarz, welche möglicherweise bei der Zerstörung der roten Sandsteine und sandigen Kalksteine übriggeblieben waren." Also hält *Dantz* diese Breccien für eluvialen Schutt, der durch Kieselsäure verkittet wurde. Könnte es nicht eingekieselte Breccie sein, entsprechend ähnlichen Bildungen der Kalahari? Bemerkenswert ist, daß diese Breccien gerade häufig zu Laterit verwittert sind und im Gebiet derselben die Steppenböden so reich an Salz sind, daß es gewonnen wird. Die Salze sind frei von Brom und Jod, bestehen dagegen aus Kochsalz, nebst Gyps, Kaliumsulfat und -chlorid, Magnesiumchlorid und SiO^2. Die Salze sind also sicher nicht marinen Ursprungs.

7) Die polymorphen Sandsteine der Lubilasch-Schichten.

Das Kongobecken wird von einer mächtigen Schichtenreihe eingenommen, die hauptsächlich aus fossilienleeren Sandsteinen verschiedener Art bestehen,

unten mit einem Konglomerat — Puddingstein — beginnen und oben mit sehr eigentümlichen Sandsteinen abschließen. *Cornet*[43]) nannte sie grès polymorphes, und zwar sind diese Sandsteine sehr ähnlich den polymorphen Gesteinen der alten Kalkschichten.

Diese Sandsteinformation — Lubilasch-Schichten — geht, wie wir bereits sahen, von Katanga bis zu den Stanleyfällen und dem Stanley Pool im Westen. Die polymorphen Sandsteine bestehen aus Quarzsand mit Kieselsäurezement — grès fin, pénétré de ciment siliceux, qui domine[41]) (d. h. also wohl „Zement im Überschuß" !). Sie bilden unregelmäßige Bänke und Nester bis zu 15 m Durchmesser als harte verkieselte Partien in den oberen Teilen der mürben Sandsteine. Sollten das nicht eingekieselte Chalcedonsandsteine sein?

Solche Grès polymorphes bilden flache Wälle, die strichförmig auftreten und am Kassai z. B., der sie in großer Zahl durchbricht, den auffallenden Wechsel von Flußengen und seeartigen Erweiterungen verursachen. Auch Leopoldsee und Matumbasee scheinen durch solchen Wall abgedämmt zu sein.

Lose Blöcke des polymorphen Sandsteins finden sich in dem Alluvium über den Lubilasch-Schichten. Letztere sind sehr häufig oberflächlich in zelligen Brauneisenstein — Laterit — verwandelt worden, aber niemals im Bereich der polymorphen Sandsteine — ein Befund, der von dem Verhalten der Chalcedonsandsteine in der Kalahari abweicht.

IX. Anzeichen eines Wüstenklimas während der Postkarrozeit.

In denselben Gebieten, in denen wir Verkieselungen finden, sind auch mancherlei Erscheinungen bekannt, die auf ein altes Wüstenklima hinweisen.

1) Westgrikwaland und die Karro.

Stow fand bei seinen Untersuchungen in der Kapkolonie und Westgrikwaland zwei Phänomene, die er auf eine diluviale Eiszeit zurückführte, nämlich Blockanhäufungen und rundliche geschlossene Kessel. Er hat indes verschiedenartige Bildungen für gleichartig gehalten. Die alten glazialen Konglomerate und die gleichalterigen Rundhöcker, die er fand, haben nichts zu tun mit Block- und Schuttmassen der Karrodiabase oder mit den Pfannen, die in die Karroschiefer eingesenkt sind. Schuttmassen und Pfannen sind jünger und, wie ich glauben möchte, Produkte der Wüstenperiode. Dafür spricht folgendes.

Wie in der Kalahari sind in der Karro junge Kalke zur Ablagerung gelangt, die Schalen rezenter Mollusken enthalten und mit dem Kalaharikalk gleichalterig sein dürften. Diese jungen Kalke liegen innerhalb der erwähnten Pfannen ebenso wie außerhalb, umhüllen ferner Blöcke und Schuttmassen älterer Gesteine am Fuß der Berge und in Vertiefungen und Niederungen zwischen diesen.

Demnach bestanden Pfannen und eckiger Schutt sicher schon vor Ablagerung der Kalktuffe. Die Oberfläche des Landes bot vor der Bildung dieser etwa folgendes Bild. Es bestand der Campbells Rand oder das Kaap-Plateau. Gewaltige Massen eckigen Kalksteinschutts lagen am Fuß der steilen Böschung aufgestapelt, und zwar handelt es sich um unverwitterte losgebrochene und das Gehänge herabgerollte Trümmer. Oben auf dem Plateau lagen eckige Schuttmassen der Griquatown- und Matsapschichten, teils am Fuß von Hügeln, teils in Niederungen. Die Blinkklipbreccie ist vielleicht solcher verkitteter Gehängeschutt. Z. T. sind die Oberflächenformen aber noch andere als heute gewesen. Liegen doch Kalktuffreste auf isolierten Bergen aus Blinkklipbreccie. Die Hügel können also erst nach Ablagerung des Kalkes isoliert worden sein durch Erosion, wofern es sich nicht um effloreszierte Kalkkrusten über kalkhaltigen Gesteinen handelt.

In dem sogenannten „Panneveldt" am Fuß des Plateaus ist das Bild etwas

anders. Ekkaschichten nehmen den größten Teil des Landes ein, Diabase durchschwärmen sie als unregelmäßiges System von Gängen und Lagern. Die Diabase ragen nun als Wälle, Platten, Kegel heraus, und zwar bis zu 100 m über die Ebene, meist aber weniger. In die Niederungen der Karroschiefer aber sind flache 1—3 km breite, 6—10 m tiefe rundliche und ovale Pfannen eingesenkt, glatt ausgefegt möchte man sagen, und auf der Ost- bis Südostseite liegt zuweilen ein anscheinend äolisch aufgeschütteter Sandwall jüngeren Datums. Die Pfannen haben eine sehr wechselnde Meereshöhe, sehr häufig weder Zufluß noch Abfluß, aber viele terrassenförmig übereinander liegende Pfannen sind anscheinend erst in späterer Zeit durch ein System von Bachbetten miteinander in Verbindung gesetzt worden. Sehr charakteristisch ist der Salzgehalt des Bodens innerhalb der abflußlosen Pfannen. Sogar Salzpfannen, die ausgebeutet werden, kommen vor.

Nähern wir uns dem Abfall des südafrikanischen Sockels, etwa auf der Bahnlinie Naauwpoort-Port Elisabeth, so entwickelt sich folgendes Bild. Die Ekkaschichten werden von den sie überlagernden Beaufortschichten verdrängt, und auf diesen lagert eine mächtige Diabasdecke, die als 100—200 m hohe Tafel — die Zuurberge — nach Norden zur großen Karro, nach Süden aber als 300 bis 400 m hohe Stufe abfällt. Letztere besteht in ihren mittleren und unteren Teilen aus Beaufortschichten. Auf diesen Rand der Zuurberge etc. folgt die Ebene von Middelburg mit aufragenden Diabaswällen und Tafelbergen, ähnlich den „Zeugen“ der Wüsten.[45]) Sie weist ähnliche geschlossene Niederungen und Mulden auf, wie die Karro in Westgrikwaland, aber die Flußbetten, die diese Hohlformen entwässern, sind reichlicher entwickelt und der Boden dieser Stufe daher salzfrei. Nichtsdestoweniger sind auch hier die Hohlformen sehr auffallend. Junger Kalk bedeckt zum großen Teil die anstehenden Gesteine und verkittet am Fuß der Diabasberge losen Schutt. Demnach waren also hier wie im Norden vor seiner Bildung Schutt und Hohlformen bereits vorhanden.

Diese sehr eigentümlichen Oberflächenformen wurden von *Stow* durch diluviale Gletschererosion erklärt, während *Schenck* mit vollem Recht auf die Ähnlichkeit der Karrolandschaft mit der Zeugenlandschaft der Sahara hinwies und auf eine lange Zeit der Windwirkung zurückführte.

Ich glaube nun auch, daß *Schenck* Recht hat und daß der Wind zum großen Teil die Oberflächenformen geschaffen hat. Die Ausgestaltung war aber bereits der Hauptsache nach vollendet, als der junge Karrokalktuff als Ablagerung eines feuchteren Klimas entstand. Sogar die Blockhalden der heutigen Diabasberge bedeckten bereits die Gehänge. Das zeigt folgender Befund. Die gewaltigen unzersetzten Blockmassen, die alle Diabaswälle und Berge bedecken, liegen wie Fremdlinge auf völlig zersetztem Diabas. An einem Hohlweg nördlich von Middelburg war dieser Befund aufs klarste zu studieren. Einmal auf die Zersetzung des Diabases in der Tiefe aufmerksam gemacht, fand ich sie bei näherer Untersuchung auf allen Bergen wieder. Überall wird stark zersetzter, brauner, erdiger Diabas von frischem, abgerundetem Blockgeröll bedeckt. Die Blöcke haben dabei bedeutende Durchmesser, oft von mehreren Metern.[46])

Ich möchte glauben, daß dieser Befund zusammen mit den sonstigen Oberflächenformen nur e i n e Deutung zuläßt. In einem trockenen Klima wurden durch Winderosion die Schiefertone, mürben Sandsteine, Kalkschiefer der Karroschichten abgetragen, die Diabasgänge aber bloßgelegt und ragten als Wälle auf. Zeugen entstanden durch Auflösung der Gehänge von Landstufen. Die Diabasberge nun bedeckten sich infolge trockener Verwitterung mit eckigem Schutt, d. h. sie zerplatzten infolge der Temperaturdifferenzen.

Dann aber kam eine feuchtere Periode. Kalktuffe und andere Bildungen fließenden Wassers entstanden. Auf den isolierten Diabasbergen konnten die Niederschläge die Schuttmassen indes nicht fortschwemmen. Wohl aber versank der Regen schnell, und zwischen den Blöcken und in der Tiefe konnten die

Gewässer die chemische Zersetzung des Gesteins beginnen und bis zu großer Tiefe durchführen. Ihre Einwirkung auf die Blockhülle bestand lediglich im Abrunden durch das spülende Regenwasser und in Bildung einer dünnen rötlichen Verwitterungsrinde. Die feuchte Periode hielt nicht lange genug an, um den Blockschutt zu zerstören.

Auch in Deutsch-Südwestafrika fand *Schenck* eckigen frischen Wüstenschutt überlagert und verkittet durch jungen Kalktuff, der sicherlich dem Kalaharikalk entspricht. Aus diesem Befund diagnostizierte *Schenck* mit Recht ein seit langer Zeit bestehendes Wüstenklima in jener Gegend, das durch eine feuchte Periode unterbrochen wurde.

2) Das Enonkenglomerat.

Die Kapgeologen[44]) sind der Ansicht, daß das Enonkenglomerat eine Landbildung an und innerhalb des Kapländischen Faltengebirges ist und daß diese Landbildung nach Osten hin in die marinen Uitenhage-Schichten übergeht. Es wäre nun vielleicht angezeigt, es daraufhin zu untersuchen, ob es eine gemischte Wüstenablagerung ist und auf einem früheren Wüstenboden lagert. Folgende Befunde sprechen für solche Entstehung.

a) Das Konglomerat liegt auf einer sehr unebenen, erodierten, aus Hügeln, Tälern, Gehängen bestehenden Gesteinsfläche, die sich aus Kapschichten vorwiegend aufbaut, und zwar z. T. innerhalb der großen Faltenzüge.[45])

b) Das Konglomerat beginnt mit einer eckigen Breccie aus unzersetzten Stücken des liegenden Gesteins. Nach obenhin werden sie kleiner. An dem Leuchtturm von St. Blaize kann man diese aus eckigen Fragmenten des Tafelbergsandsteins bestehende Breccie sehr schön beobachten.

Sollte diese Breccie nicht primärer, eckiger, unzersetzter Schutt des liegenden Gesteins sein, der von Sand umhüllt und verkittet wurde?

c) Das Enonkonglomerat wechselt auffallend schnell an Mächtigkeit von 50 auf 400 Fuß. Auch dieser Befund spricht für eine Landbildung, d. h. Ablagerung von Schutt auf den Gehängen und innerhalb eines ganz oder relativ abflußlosen Beckens mit erodierter Oberfläche.

d) Daß gerade diese Konglomerate stockförmige Verkieselungen aufweisen, ist vielleicht kein Zufall und auf ehemaligen Salzreichtum zurückzuführen.

3) Die Lubilasch-Schichten.

Cornet[46]) hält diese mächtige Schichtenreihe aus Sandsteinen und Schiefertonen für eine Sumpfbildung in einem abflußlosen Becken, das in späterer Zeit durch den Kongo entwässert wurde.

Wie für das Enonkonglomerat, wäre es auch für die Lubilasch-Schichten sehr wünschenswert, sie daraufhin genauer zu untersuchen, ob sie eine gemischte Wüstenablagerung sind.

Zunächst muß man sich sagen, daß eine Sumpfbildung in abflußlosem Becken im Laufe der Zeit eine gemischte Wüstenablagerung werden muß mit salzhaltigem Wasser und salzhaltigen Ablagerungen. Die Sandsteine sind ferner fossilienleer und zeigen in ganz auffallendem Maße „stratification ondulée et entre-croisée“.

War aber das Becken abflußlos, dann war es auch salzreich, dann wären auch die polymorphen Sandsteine = Chalcedonsandsteine als lokale Einkieselungen lockerer Sande und Sandsteine durch an Salzen und Kieselsäure reiche Gewässer erklärlich. Daß von den Salzen heutzutage nichts mehr vorhanden ist, kann nicht auffallend erscheinen.

Bemerkenswert ist der Puddingstein, mit dem die Lubilasch-Schichten stets beginnen und dessen aus älteren Gesteinen bestehende transportierte Gerölle häufig recht eckig sind. Das Zement ist Kieselsäure. Auffallend sind aber vor

allem die Verhältnisse an einer Kalksteinklippe, die 30 km oberhalb der Mündung des Lubudi an diesem Fluß liegt.

„Abwechselnd lohnen sich Schichten (nämlich Lubilasch-Schichten) von wenig kompaktem Puddingstein, von weichem Sandstein und von Tonschiefer an eine von den aufgerichteten Lubudischichten eingeschlossene Klippe, die hier aus Kalkstein mit Hornstein oder Feuerstein besteht. Der Puddingstein besteht hauptsächlich aus Flint- und Hornsteinbreccie.“ [49])

Sollte das nicht eckiger Schutt sein, der die Kalksteinklippe umgab und sich mit Sanden mischte? Ist das nicht ein beachtenswerter Hinweis auf ein Wüstenklima während der Ablagerung der Lubilasch-Schichten?

4) Die Inselsberglandschaften.

Bornhardt [50]) hat eine Landschaftsform, die er in großem Umfang in Ostafrika antraf, Inselsberglandschaft genannt. In einem besonderen Aufsatz [51]) habe ich bereits die durch Erosion entstandenen Inselsberglandschaften des tropischen Afrika behandelt, kann mich daher hier kurz fassen.

Inselsberglandschaften sind über ganz Afrika verbreitet. Während sie in der trockenen Karre und in der Sahara als „Zeugen“, d. h. Produkte der Wüstenverwitterung keine auffallende Erscheinungen sind, verlangen sie in den tropischen, mit dichter Vegetation bedeckten Gebieten eine besondere Erklärung. Sie finden sich in zwei Zonen, in dem ganzen Süden von Abessinien bis zum Senegal und in Südafrika vom Oranje bis zur Massaisteppe.

In der Kalahari und im Betschuanenland besitzt die Inselsberglandschaft folgenden Charakter.

Die Berge ragen unvermittelt aus den Ebenen auf, und diese selbst stellen eine Gesteinsfläche vor, die zuweilen aus steil aufgerichteten, wie abgehobelten Schichtenköpfen besteht. Die Fläche des Ngamirumpfs nördlich der Mabäle a pudi und Monekanberge ist ein ausgezeichnetes Beispiel für eine solche Gesteinsebene und die Porphyrberge für die steil und unvermittelt aufsteigenden Inselsberge. Die Ebene ist mit wenig eluvialem Schutt bedeckt, und nur eine unbedeutende Schuttböschung vermittelt den Übergang zwischen Berg und Ebene.

Inselsberglandschaften von diesem Charakter finden sich in ganz Südafrika. Sie beherrschen große Teile des Betschuana- und Matabelelandes, der Kalahari und wohl auch des Damaralandes und scheinen in Ostafrika vom Zambesi bis zur Massaisteppe entwickelt zu sein.

Die Berge bestehen aus schwer zerstörbaren Gesteinen, Granit, Quarz, Quarziten, Quarzschiefern, Eisenquarzitschiefern, Chalcedonstöcken, Quarzporphyren, die Ebenen dagegen aus schieferigen Gneisen, kristallinen Schiefern, Sandsteinen, Schiefertonen, Grauwacken.

Inselsberglandschaften von dem beschriebenen Charakter seien unter dem Namen Betschuanatypus zusammengefaßt. Wie ist er zu erklären?

Mit Sicherheit kann man sagen, daß die Inselsberglandschaften vom Betschuanatypus Erosionslandschaften sind. Allein welcher Art waren die erodierenden Kräfte?

Eis und Gletscher kommen nicht in Frage, ebensowenig im inneren Afrika die Brandungswelle. Wassererosion kann wohl Berge herauspräparieren, aber nicht so ausgedehnte Ebenen schaffen. Ihr fehlt die Fähigkeit zu so ausgedehnter Flächenerosion. Denn Wassererosion ist abhängig von bestimmten Regenmengen. Diese begünstigen aber in ebenem Land die Entwicklung einer Vegetationsdecke, die die flächenhafte Erosion verhindert und nur bei genügendem Gefälle ein Einschneiden gestattet. Das Resultat des gemeinsamen Einwirkens der Vegetation, Verwitterung und Wassererosion ist die Ausbildung einer welligen Mittelgebirgslandschaft, wie sie z. B. in Deutschland typisch

zu finden ist. Aber für unmöglich halte ich die Ausarbeitung einer wie abgehobelten Gesteinsfläche mit wenig eluvialen Verwitterungsprodukten bis dicht an den Fuß steil aufragender Berge heran. Derartige Erosionsformen kann nur der Wind schaffen. Tatsächlich finden wir ja typische Inselsberglandschaften gerade in Wüsten, nämlich die bekannten Zeugenberge.

Ich möchte also glauben, daß die südafrikanischen Inselsberglandschaften Produkte der mesozoischen Wüstenperiode sind, für die sich ja auch sonst so zahlreiche Anzeichen fanden.

Bornhardt sucht sie durch wiederholte epigenetische Talbildung zu erklären, indem das Land wiederholt mit Meeressedimenten bedeckt wurde und diese wiederholt durch Flüsse, die aber jedesmal in verschiedener Richtung flossen, abgetragen wurden. So seien die Berge entstanden. Allein einmal ist Meerestransgression in den Gebieten der Inselsberglandschaften Südafrikas nicht nachweisbar — von wiederholter Transgression zu schweigen — sodann werden durch epigenetische Talbildung wohl zur Not die Berge, nicht aber die Ebenen erklärt, und schließlich gibt *Bornhardt* selbst zu, daß die erste obercretaceische Transgression die Inselsberglandschaft bereits vorfand. Ich möchte also glauben, daß sie auch in dem Vorland Ostafrikas von den Meerestransgressionen unabhängig ist und der Wüstenperiode des Mesozoikums ihre Entstehung verdankt.

5) Das jugendliche Alter der Flüsse.

Eine andere Erscheinung, die sich vielleicht auch durch die lange hypothetische Wüstenperiode erklären läßt, ist das jugendliche Alter der Flüsse Afrikas, das sich in dem Auftreten von Katarakten verrät. Wäre Afrika stets ein so wasserreicher Kontinent wie heutzutage gewesen, so wäre es bei seinem hohen Alter schwer verständlich, warum selbst die größten Ströme nahe der Mündung einen mit Felsriegeln und Riffen verbarrikadierten Unterlauf haben. Nur wo anscheinend tektonische Absenkungen stattgefunden haben, führt eine Eingangsstraße in das Plateau hinein, allein schließlich treten doch die Katarakte auf.

Diese Erscheinung wäre verständlich, wenn sich ganz junge Abbrüche oder Wechsel im Wasserstande des Meeres nachweisen ließen. Solche kommen vor, z. B. in Ostafrika, wo die Makondeschichten 800 m hoch liegen, allein gerade an den größten Flüssen Südafrikas, am Sambesi, Oranje, Kunene, Kongo, sind negative Strandverschiebungen von solcher Höhe nicht nachgewiesen worden, ebensowenig junge Abbrüche parallel zur Küste. Wenn dagegen in der Periode zwischen der Karro- und Pluvialzeit ein trockenes Klima geherrscht hat, so erklärt sich die geringe Ausarbeitung der Flußbetten, trotz der Größe der Ströme, wie des Kongo und Sambesi, ohne Schwierigkeit. Ich möchte glauben, daß Untersuchungen über die afrikanischen Ströme von dem hier gegebenen Gesichtspunkt aus vielleicht unsere Kenntnisse der geologischen Geschichte Afrikas nach der angedeuteten Richtung wesentlich fördern könnten.

6) Die mesozoische Äquatorialwüste.

Eine Reihe von Beobachtungen spricht anscheinend dafür, daß die mesozoische Wüstenzeit nicht auf Südafrika beschränkt war, sondern den Äquator erreicht hat. In dem erwähnten Aufsatz ist der Versuch gemacht worden, die Inselsberglandschaften des Sudan auf den Betschuana-Typus zurückzuführen und sie damit für Produkte eines Wüstenklimas, und zwar von mesozoischem Alter zu halten. Es wurde auch kurz darauf hingewiesen, daß gerade während des Mesozoikums die arktischen Gegenden ein tropisches Klima hatten und möglicherweise dieser Umstand die Existenz einer wegen Hitze für höhere Organismen un-

bewohnbaren Zone bedingte. Es wäre überflüssig, sich auf physikalisch-meteorologische Erklärungsversuche einzulassen oder die Bedeutung einer solchen Zone für die gesamte organische Welt oder gar eine etwaige Verschiebung der Erdachse und damit der Klimazonen erörtern zu wollen, bevor an der Hand eines ausgiebigen Beobachtungsmaterials der Charakter der Inselsberglandschaften sichergestellt worden ist. Allein ebenso falsch wäre es, a priori von der Unmöglichkeit einer solchen Zone reden zu wollen. Hat sie existiert, so müßte man freilich in Australien und Südamerika die gleichen Verhältnisse erwarten. In Australien halte ich den Nachweis eines mesozoischen Wüstenklimas für möglich, und selbst in Guyana, dessen nördliches Randgebiet ich persönlich kennen gelernt habe, sprechen einige Beobachtungen, wie ich bei der Bearbeitung meiner Reise zu zeigen versuchen werde, für seine Existenz.

Ich möchte geneigt sein, das berührte Problem für interessant genug zu halten, daß man ihm bei der zukünftigen Durchforschung der drei Südkontinente besondere Aufmerksamkeit zuwenden sollte.

Anmerkungen.

1) *Bischof*: Chemische Geologie 1863—66. Bd. III. S. 37.
2) — I. S. 31.
3) *v. Drygalski*: Die Grönlandexpedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891—93. Berlin 1897. S. 31 ff.
4) *Bauer*: Über Laterit, insbesondere den von den Seyschellen. Sitzungsbericht der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. 1897. S. 122—148.
5) *Bischof*: I. S. 35.
6) — II. S. 833.
7) Zitiert nach *Bischof*.
8) *Bischof*: I. S. 110—111.
9) — I. S. 50.
10) — II. S. 834.
11) *Kohler*: Adsorptionsprozesse als Faktoren der Lagerstättenbildung und Lithogenesis. Zeitschrift für prakt. Geologie 1903. S. 49 ff.
12) *Walther*: Einführung in die Geologie. S. 591.
13) — Petermanns Mittl. 1902. S. 210 (Literaturbericht).
14) *Blankenhorn*: Geologie Ägyptens. Berlin 1901.
15) *Bischof*: II. S. 55.
16) *Gilbert*: The Lake Bonneville. United States Geological Survey. Washington 1890.
17) *Bischof*: I. S. 93.
18) *Walther*: Verhandl. der Gesellschaft für Erdk. 1898. S. 58 ff.
19) *Gilbert*: Lake basin created by Wind Erosion. Journal of Geology. 1895. S. 47—49.
20) *Fischer*: Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise im Atlasvorland von Marokko. Ergänzungsheft Petermanns Mittlg. Nr. 133. S. 74.
20a) In Ägypten nämlich. Siehe *Schweinfurth* und *Levin*, Beiträge zur Topographie und Geochemie des ägyptischen Natron-Tals. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde 1898.
21) *Fraas*: Aus dem Orient. Stuttgart 1867. S. 200.
22) *Linck*: Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Beilage Bd. XVI. S. 495—513.
E. Kalkowsky hält die Oolithe dagegen für phytogene Gebilde.
23) *Stow*: Notes upon Griqualand West. Quart. Journ. Geol. Soc. 1874.
24) — l. c. S. 622.
25) Report of the Geological Commission 1899. S. 81.
26) *Cornet*: Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition. Peterm. Mitt. 1894.
Observations sur la géologie du Congo occidental. Bull. Soc. Belge Géologie 1897 S. 21 ff., 311 ff.
La Géologie du bassin du Congo. Bull. Soc. Belge Géologie 1898. S. 31 ff.
27) Nach einem in einer Fachsitzung der Gesellschaft für Erdkunde im Jahre 1902 gehaltenen Vortrag.
28) *Cornet*: l. c. Petermanns Mittlg. 1894. S. 127/128.
29) *Van Hise*: Principles of North American Precambrian Geology. 16th Annual Report United States Geolog. Survey.

[30]) *Winchal*: The Messabi Iren Range. Journal of Geology II. 1894. S. 449.
[31]) *Purdue*: Valleys of Solution in N. Arkansas. Missouri Geolog. Survey X. S. 88—92.
[32]) *Lawson*: Geology of the San Francisco Penninsula. 15th Ann. Rep. United States Geol. 1893/94.
[33]) *Stow*: l. c. S. 638, 641.
[34]) — l. c. S. 652.
[35]) Rep. Geolog. Commission 1897. S. 16 ff.
[36]) Rep. Geolog. Commission 1898. S. 51 ff.
[37]) Reisen des Bergassessors *Dantz* in Deutsch-Ostafrika in den Jahren 1898, 1899, 1900. Mitteilungen aus deutschen Schutzgebieten 1902. S. 72.
[38]) *Dantz*: l. c. S. 73.
[39]) *Bornhardt*: Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas. Berlin 1900. S. 252—56. S. 467.
[40]) *Dantz*: l. c. S. 207.
[41]) *Bornhardt*: l. c. S. 253.
[42]) *Dantz*: l. c. S. 146.
[43]) *Cornet*: Petermanns Mittl. 1894.
[44]) — Bull. Soc. Belge Géol. 1897. S. 343.
[45]) *Passarge*: Die klimatischen Verhältnisse Südafrikas seit dem mittleren Mesozoikum. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1904. Tafel 7.
[46]) — l. c. Tafel 6, Abb. 5.
[47]) Rep. Geol. Commission 1898. S. 16 ff.
[48]) *Passarge*: l. c. Tafel 6, Abb. 4.
[49]) *Cornet*: Petermanns Mittl. 1894. S. 123.
[50]) — l. c. S. 123.
[51]) *Bornhardt*: l. c. S. 37.
[52]) *Passarge*: Die Inselsberglandschaften des tropischen Afrika. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1904.

Kapitel XXXVI.

Die Periode der Brackwasserkalke und der Laterite.

Der Abtragung der Berge, der Ausfüllung der Becken mit Sand, der Einkieselung der Gesteine und Sande folgte eine Zeit der Kalkablagerung — folgte, denn die Kalke liegen stets im höheren Niveau als die eingekieselten Sande, wenn beide Gesteine im Verband vorkommen. In vielen Fällen liegen sie aber nebeneinander, und dann ist das Altersverhältnis nicht erkennbar (Chansefeld). Auch wird man daran denken müssen, daß Kalkablagerung oben, Einkieselung in salzreichem Grundwasser unten gleichzeitig erfolgen konnten. Beide mögen also teilweise noch gleichalterig sein.

Die Kalkablagerungen zerfallen in zwei meist gut zu trennende Stufen, den Pfannensandstein und Kalaharikalk. Beide zeigen jedoch teils große Ähnlichkeit untereinander, teils große Abweichungen, die anscheinend auf verschiedene Entstehungsweise zurückzuführen sind. Wir wollen also zunächst versuchen, uns ein Bild von ihrer Entstehung zu machen.

1) Die Herkunft des Kalks.

Wenn wir eine Wanderung des Kalks aus der Ferne mit fließendem Wasser annehmen wollten, so müßte das ganze Kalaharibecken von riesigen Fluten überschwemmt worden sein. Liegen doch die Kalke im östlichen Damaraland in 1600 m und mehr Meter, im Makarrikarribecken in ca. 900 m Höhe. Da sie in den Ebenen alle Rücken überziehen, so müßte in der Tat das ganze Land mindestens periodisch überrieselt worden sein. Da bei dem Gefälle des Landes die Gewässer oft sehr reißend gewesen sein müssen, so müßten sie auch mancherlei Wirkungen ausgeübt haben, z. B. Bildung von Schotter-, Kies- und Grandlagern. Davon ist nichts vorhanden. Viel natürlicher ist es also, einen lokalen Ursprung anzunehmen, und wir finden ihn in der Bildung der Kalkkrusten.

In Halbwüsten, wo nach Regengüssen ein starker Sonnenbrand die vegetationsarme Oberfläche erhitzt, kommt es zu lebbafter Verdunstung des Wassers und Aufsteigen der Bodenfeuchtigkeit. Infolgedessen können die gelösten Stoffe effloreszieren. So entstehen in den trockenen Halbwüsten Nordafrikas usw. die bekannten Kalkkrusten.[1]) Sie bestehen teils in harten Rinden, knolligen Kuchen und Fladen, teils aus weichem, tuffigem Kalk mit harter Oberflächenbank, die gleichfalls durch Effloreszieren entstanden ist.

Solche Herkunft hat, wie ich glauben möchte, der Kalk der Kalahari. Aus den Grauwacken der Chanse- und Ngamischichten, aus den Ngamikalken ist er ausgeblüht, und Teile des Pfannensandsteins und des Sinterkalks, namentlich die

Rinden und Hauben auf Erhöhungen, dürften einfache Kalkkrusten sein. Daß die Grauwacken imstande sind, reichlich Kalk zu liefern, ohne bemerkenswert zersetzt zu sein, zeigen die Quellabsätze auf dem ²Oasplateau.

2) Die Wanderung des Kalks.

Infolge von Regengüssen wird der Kalk durch das rieselnde Wasser, teils suspendiert, teils chemisch gelöst, weiter verbreitet. Dabei müssen mancherlei Veränderungen durch das wiederholte Auflösen und Abscheiden des Kalkes stattfinden, wie Rindenbildung, Verkittung von losem Schutt etc. Sinterstruktur kann sehr wohl bei solchen Prozessen entstehen und, wenn das Klima feucht genug ist und regelmäßig Berieselungen stattfinden, kann die Abscheidung durch Algenpolster erfolgen. Die Sinterkalke der Kalaharikalkzeit dürften von solcher sekundären Umwandlung ganz wesentlich beeinflußt worden sein.

3) Ablagerungen von Kalk.

Wenn die Kalklösungen in Niederungen gelangen, so können mannigfache Ablagerungen entstehen.

a) Eingekalkte Sande.

So sind wahrscheinlich lose Sande oft genug durch Kalk verkittet oder „eingekalkt“ worden. Wo Kalksandsteine allmählich nach unten in Sand- und Chalcedonsandsteine übergehen, kann recht wohl eine Kalkinfiltration von oben her stattgefunden haben, zumal wenn solche Kalksandsteine von organischen Resten, z. B. Diatomeen, Schwammnadeln, Wasserschnecken, frei sind.

b) Salzpfannenbildungen.

In abflußlosen Gebieten bilden sich in Niederungen Salzpfannen mit Ablagerungen verschiedener Art. Neben Salzen — namentlich von Na^2SO^4 und Na^2CO^3, sowie Gyps — wird Ton und Sand eingeschwemmt und eingeweht, Kalkschlamm und Kieselsäure chemisch abgeschieden. Der Salzmergel der Salzpfannen des Makarrikarribeckens, der Salzmergel des Okavangobeckens und Schadumtals sind unverkennbare Salzpfannenbildungen. Die Salze selbst sind im allgemeinen spärlich entwickelt. In unserm Gebiet fanden wir nur eine alte Salzbildung im Schadumtal, und auch in den heutigen Salzpfannen sind wirkliche Salzlager keineswegs häufig und selten mächtig. Die Pluvialzeit dürfte die Ursache dafür sein, daß die leicht löslichen Salze, die sonst hauptsächlich in Salzpfannen abgeschieden werden — Natriumsulfat und -karbonat —, fehlen oder nur spärlich sind. Sie sind eben fortgeschwemmt worden.

Wenn auch in Salzpfannen organisches Leben keineswegs fehlt, ja sogar oft genug zu der Umwandlung von Na^2SO^4 in Na^2CO^3 Veranlassung gibt,[1a]) so kann man doch kaum fossile Reste, wie Diatomeen und Wasserschnecken, wegen der Konzentration der Salze erwarten.

c) Brackwasserbildungen.

Wenn die Niederschläge genügen, um Seen und Teiche mit nur brackischem Wasser zu bilden, so kann sich in diesen ein reiches Pflanzen- und Tierleben entwickeln. Ablagerungen aus eingeschwemmten oder eingewehten Tonen und Sanden, ferner aus Kalk, den die Pflanzen abscheiden, sowie aus Salzen und organischer zersetzter Substanz können entstehen. Solche Ablagerungen sind die an Land- und Wasserschnecken, an Brackwasserdiatomeen und Schwammnadeln reichen Kalksandsteine der Kalaharikalkzeit und die Kalktuffe der Pfannen. Namentlich die letzteren ähneln den Seekreiden unserer Seen, nur sind sie meist reicher an Sand, der wohl in der Kalahari leichter hineingeweht werden konnte.

Dagegen sind sie ärmer an organischer Substanz, weil sie älter sind und weil die organischen Substanzen in heißem Klima energischer zerstört werden.

d) Die Oberflächenbänke.

Werden Kalkablagerungen im heißen Klima der Halbwüsten trockengelegt, so entwickelt sich an ihrer Oberfläche eine harte Kalkkruste, die eine gleiche Entstehung hat, wie die bereits geschilderten Kalkkrusten, nämlich durch Erhärten infolge des oberflächlichen Eintrocknens des Kalklagers und Ausblühen von Kalk aus aufsteigenden Lösungen. Die Knollen und Fladen sind wohl auf Zusammenschrumpfen bei der Austrocknung, der eckige und rundliche lose Schutt, in den die Oberflächenbank zuweilen zerfallen ist, aber auf Zerplatzen infolge Erhitzen, Abkühlen und Eintrocknen zurückzuführen

Wie sind die Kalkablagerungen der Kalahari zu erklären?

1) Die Entstehung des Pfannensandsteins.

Auf das Wüstenklima und die Periode der Kieselsäurelösungen, die bereits den Beginn einer niederschlagsreicheren Zeit anzeigen dürfte und z. T. vielleicht mit den ersten Kalkablagerungen zeitlich zusammenfiel, folgte eine Periode, in der das trockene Klima der Halbwüste herrschte. Kalkkrusten überzogen die Oberfläche der kalkreichen Gesteine, und in Niederungen wurden, wohl z. T. sicher in Salzpfannen, Kalksandsteine abgelagert. Ein reges Tierleben scheint damals noch nicht geherrscht zu haben. Wenigstens sind keine Spuren davon bisher beobachtet worden.

Auffallend ist es, daß der Pfannensandstein hauptsächlich in Senkungen des Grundgesteins liegt und meist nicht als Kruste über dem Grundgestein entwickelt ist. Allein ich möchte glauben, daß das nur scheinbar der Fall ist. In den Niederungen, wo er größere Mächtigkeit erreichte und nachträglich verkieselte, ist er von dem Kalaharikalk deutlich unterschieden, dagegen nicht zu unterscheiden ist er da, wo er lediglich Krusten bildete, die mit denen der Kalaharikalkzeit innig verwachsen und gemeinsam sekundär verändert worden sind. Deshalb ist es z. B. so oft unmöglich, im Kaukau- und Mahurafeld einen Unterschied zwischen beiden zu machen. Auch Professor *Kalkowsky* hielt die durch die Untersuchung im Felde doch wohl begründete Trennung zwischen unverkieseltem Pfannensandstein und Kalahari-Sinterkalk nicht für berechtigt bei bloßem Vergleich der gesammelten Handstücke.

Am Schluß der Ablagerung des Pfannensandsteins herrschte wieder ein so trockenes Klima, daß auf Kalksandsteinen Oberflächenbänke entstanden, und sogar häufig zersprangen und in losen Schutt, oberflächlich oder total, aufgelöst wurden. Auch die Kieselsäurelösungen, die sekundär den Kalksandstein mehr oder weniger umwandelten, dürften aus dieser Zeit größerer Trockenheit stammen, indem die Kalklösungen durch Kieselsäurelösungen ersetzt wurden.

Für ein sehr trockenes Klima spricht ferner das Auftreten von Salzpfannen beim Abschluß der Pfannensandsteinbildung.

Mehrere Anzeichen sind dafür vorhanden, daß der Pfannensandstein in stark salzhaltigem Wasser entstand. Wenn er im allgemeinen keinen auffälligen, durch den Geschmack nachweisbaren Salzgehalt hat, so ist das bei seiner geringen Mächtigkeit und der langen Durchspülung mit Regenwasser nicht auffallend. Aber sobald dieses Gestein in Becken geschützt liegt, wo die Auslaugung der Salze nicht so gründlich erfolgte, ist es stark salzhaltig, z. B. in Iukauani. Der Befund im Brunnenloch ist dort ganz charakteristisch. Unten, d. h. wo das Wasser austritt, ist der Kalksandstein ausgelaugt, oben, d. h. über dem Grundwasserspiegel, ist er sehr salzig. Die Salzsandpfannen bei ²Nakais sind auch wohl auf die am Ufer anstehenden Pfannensandsteine zurückzuführen, und die kalkreiche Salz-

ablagerung im Schadumtal ist die stärkste Stütze für die Ansicht, daß die Pfannensandsteine in stark salzigen Seen entstanden sind.

Ein solcher Salzgehalt erklärt auch das völlige Fehlen organischen Lebens. Von Molluskenschalen wurde nie eine Andeutung gefunden, ebensowenig von Diatomeen, und die für den Kalaharikalksandstein so bezeichnenden Wurzelröhren fehlen gleichfalls. Daß etwaige Brackwasser-Diatomeen total zerstört werden sein sollten, besonders während der Verkieselung, ist wohl denkbar, ihr Fehlen in den völlig unverkieselten Kalken und Kalksandsteinen aber doch auffällig. Das gleiche gilt von der völligen Abwesenheit der Molluskenschalen.

Sind nun aber die Pfannensandsteine in stark salzhaltigem Wasser entstanden, so konnte sich auch auf ganz natürlichem Wege die Ausbildung der Salzpfannenbecken vollziehen. Die Salzpfannen des Makarrikarribeckens, z. B. Ntschokutsa, Makarrikarri, die Pfannen bei Pompi, vielleicht auch die großen Salzpfannen Sehna oder Ssoa u. s. w. werden von einem mehrere Meter hohen Rand von Pfannensandstein umgeben, sind also in eine Ablagerung von Pfannensandstein eingesenkt.

Ich möchte glauben, daß die Entstehung dieser Becken durch das frühere Vorhandensein einer Ablagerung erklärt wird, die für Salzpfannen im allgemeinen charakteristisch ist, aber heutzutage fehlt — die Salze.

Wenn die Periode des Pfannensandsteins mit einem Wüstenklima endete, so können wir uns unschwer vorstellen, daß in einem großen Salzsee, wie er im Makarrikarribecken damals vielleicht bestand, sich beim Eintrocknen viele einzelne Salzseen in Vertiefungen, die vielleicht durch das Grundgestein vorgebildet waren, bildeten. Das Salzwasser der eintrocknenden Seen wurde konzentrierter und konzentrierter, Salzsümpfe mit salzreicher Ablagerung entstanden. Inzwischen vollzog sich folgender Prozeß. Der trockengelegte Seeboden erhärtete, in dem Kalksandstein entstand eine harte Oberflächenbank, zumal durch rieselnde Regenwasser abgeschiedene Sinterkalke den Boden überziehen und ausblühende Salze in die Becken schwemmen konnten. Dagegen erfolgte innerhalb der immer salzreicher werdenden Sümpfe keine derartige Erhärtung, schon am Rande derselben nicht mehr, weil die stark hygroskopischen Salze den Boden, der wohl nach Analogie des Vorkommens an der Gnuquelle ein erdiges Salz-Kalk-Gemisch war, in den obersten Lagen aber vielleicht ganz aus Salz bestand, vor dem Austrocknen schützten. Nur dort, wo sich Sinterkalk über solche Salzablagerung schob — z. B. an der Gnuquelle — entstand eine harte Oberfläche auch über salzreichem Boden.

Das Resultat war demnach die Ausbildung einer an Salzen reichen, weichen Ablagerung innerhalb der von harter Oberflächenbank überzogenen ursprünglichen Ablagerung des Salzsees.

Ich möchte glauben, daß die in Pfannensandstein eingesenkten Becken, also die im Makarrikarribecken, die Kessel von ²Garu, ³Gautscha, Inkanani u. a. auf solche Weise entstanden sind, ohne dabei leugnen zu wollen, daß in vielen Fällen eine Hohlform im Grundgestein die erste Veranlassung zu der Ablagerung des Pfannensandsteins wurde und in zweiter Linie zur Konzentration der Salze in einem Salzsee führte.

2) Die Entstehung des Kalaharikalks.

Eine Steigerung der Niederschläge folgte. Von neuem kam es zur Bildung von Kalkkrusten, allein dabei blieb es nicht. Vielmehr genügten die Regen bereits, um die Salzseen in Brackwasserseen mit reichem Tier- und Pflanzenleben zu verwandeln. Die Mollusken dieser Zeit sind mit geringen Ausnahmen rezenten Steppen- und Wasserschnecken gleich — ein wichtiger Hinweis auf das damalige Klima und die Vegetation. Die anfragenden Gesteinsfelder be-

deckten sich mit Kalkkrusten. Diese wurden durch die Regengüsse, die, wie meist in Steppen, wohl wolkenbruchartig herniederfielen, infolge wiederholter Auflösung und Abscheidung umgewandelt, der Kalk dabei weiter verbreitet und in Becken abgelagert. Innerhalb der Gesteinsfelder entstanden also wohl die Pfannenkalktuffe, in den weiten Niederungen der heutigen Sandfelder aber ausgedehnte Brackwasserseen, in denen sich unter dem Zusammmenwirken von eingeschwemmtem und eingewehtem Sand, Ton und Kalk und chemisch abgeschiedenem Kalk und Salzen die mürben Kalksandsteine ablagerten. Tiere und Pflanzen beteiligten sich an der Abscheidung des Kalks und anderer Verbindnngen (z. B. SiO^2).

Die Steigerung der Niederschläge mußte aber auch zur Folge haben, daß die leicht löslichen Salze der Salzpfannen, die sich am Ende der Pfannensandsteinzeit gebildet hatten, aufgelöst und ausgespült wurden, also Hohlformen an Stelle der Salzlager entstanden. Nur Gemische von leicht- und schwerlöslichen Salzen, also z. B. von Na^2SO^4 und Kalk blieben erhalten, zumal wenn sie durch eine Oberflächenbank geschützt wurden. Ob damals bereits ein Abfluß zum Meere entstand, der zu der Entfernung eines Teils der Salze geführt hätte, ist nicht bekannt. In den so gebildeten Becken und sonst in Niederungen lagerten sich die Kalke und Kalksandsteine der Kalaharikalkzeit ab.

Gegen das Ende der Kalaharikalkzeit erfolgte nun anscheinend ein sehr starker Rückgang der Niederschläge. Wie bei dem Pfannensandstein sammelte sich das austrocknende Wasser in Seebecken, die immer mehr einschrumpften und deren Wasser immer salzreicher wurde. Schließlich kam es zu Salzabscheidungen in Salzsümpfen, die von trockengelegtem Seeboden aus erhärtendem Kalaharikalk umgeben waren. Diese Salzseen sind die uns wohlbekannten Brackpfannen der Kalahari. Sie sind von harter Oberflächenbank umgeben, die sich über der salzreichen Ablagerung nicht bilden konnte.

In derselben Weise entstanden wohl auch große Seebecken, so z. B. die Etosa, die ganz in mürbem Kalksandstein liegt, wie Handstücke aus der Sammlung Dr. *Hartmanns* beweisen. Allerdings ist es nicht bekannt, ob dieser Sandstein der Kalaharikalk- oder Botletlezeit angehört.

Harter Kalksandstein umgab also Salzseen, in denen sich ein salzreiches Sediment bilden mußte. Dieses Sediment ist der Salzmergel der Salzpfannen und Becken, sowie der Kalksandstein der Brackpfannen und Gesteinskessel.

Der Salzmergel des Okavangobeckens, z. B. auf dem Boden des Ngami, wird im Osten, Westen und Norden von mürbem Kalksandstein begrenzt, der in etwas höherem Niveau liegt. Es gehört nun nicht viel Phantasie dazu, die Vorkommen von Kalksandstein untereinander zu verbinden, und man hat eine große, im Kalksandstein liegende, mit Salzmergel ausgefüllte Salzpfanne von dem gleichen Bau wie die Etosa, nur stark zerstört durch spätere Erosion.

Ich möchte den Salzmergel für eine Ablagerung in solchen Salzseen halten, die eine gleiche Entstehung haben, wie sie für die Brackpfannen angenommen wurde. Beim Eintrocknen der Seen entstanden isolierte Seen und Teiche, deren Salzgehalt dauernd zunahm. Die Abwesenheit von Molluskenschalen und Diatomeen wird leicht durch beträchtlichen Salzgehalt erklärt, während Schilf noch existieren konnte und die Röhrenstruktur des Salzmergels veranlaßte.

Manche dieser Seen verwandelten sich wohl in Salzlager oder blieben in Form von Salzsümpfen bestehen. Deshalb fehlt den Flächen des Salzmergels eine harte Oberflächenbank. Die Salzlager aber, die sich heutzutage noch in einzelnen abgelegenen Salzpfannen finden, sind teilweise vielleicht auch in jener Zeit gebildet worden, also älter als der Kalaharisand.

Ist diese Auffassung von dem Charakter des Salzmergels richtig, dann war das Okavangobecken, das [2]Kungfeld, die Gebiete am oberen Kubango, das Sambesital oberhalb der Gonyeschwelle, das Ovamboland ein gewaltiges Salzpfannen-

gebiet ähnlich dem heutigen Makarrikarribecken. Die Sandfelder der Kalahari, vor allem aber auch die ganze südliche Kalahari mit ihren zahllosen Brackpfannen, haben aber ebenfalls einen Kalkuntergrund von der gleichen Beschaffenheit mit alten Salzpfannen in flachen Kalkbecken.

Es braucht wohl kaum darauf hingewiesen zu werden, daß für das Verständnis der Verhältnisse und Bildungen des Kalaharikalks und seiner Zeit eine genaue Erforschung des Makarrikarribeckens von grundlegender Bedeutung wäre. Denn hier tritt in großer Ausdehnung die Oberfläche des Kalaharikalks, wie sie nach Abschluß dieser Ablagerung beschaffen war, zutage — freilich modifiziert durch die folgende Pluvialzeit.

3) Junge Kalkablagerungen außerhalb der Kalahari.

Die jungen Kalke sind keineswegs auf die Kalahari beschränkt. In sehr großer Zahl finden sie sich im Nama- und Damaraland in Form von Kalkpfannen, Quellabsätzen, Beckenausfüllungen, z. T. verkitten sie alten Wüstenschutt.[2] Dieselbe Rolle spielen sie in Westgrikwaland[3]) und im Kuruman-Bezirk. Sie verkitten z. B. die Schuttmassen, die den Campbells-Rand herabgestürzt waren, ebenso eckigen Schutt auf dem Plateau. In der Gegend von Blinkklip liegen sie, wie bereits erwähnt (S. 633), auf isolierten Hügeln aus Jaspisschiefern.

Gewaltig ist ihre Verbreitung in der Karro des Kaplandes. Ihre Ablagerungen sind im Bereich des Vaal und Oranje so bedeutend, daß *Cohen*[4]) die Existenz eines diluvialen Brackwassersees in jener Gegend annahm. Auch in den Karroflächen, die zum Meer Abfluß haben, umgeben junge Kalke die Gehänge der Berge und werden von roten Verwitterungsprodukten, Sanden und Lehmen bedeckt. Es sind sandig-tonige Kalke, die keine Diatomeen, wohl aber mitunter Steppenschnecken enthalten. Die Quelle der Kalke sind die Mergel, Kalkschiefer und Diabase der Karroformation.

Kalke von dem gleichen Charakter sind im Betschuanenland, im Freistaat und Transvaal weit verbreitet.

Bornhardt[5]) hält die Steppenkalke Ostafrikas für ganz junge, rezente Bildungen. Könnten sie aber nicht doch älter sein? Ihr Zerfall in knollige Stücke scheint doch auf eine Zerstörung der vorhandenen Kalke hinzuweisen.

Ein sehr interessanter Punkt, der eingehende Beachtung und Untersuchung verdiente, ist das völlige Fehlen junger Kalke im Kongobecken. Schon in der nördlichen Kalahari scheinen sie entschieden zurückzutreten.

Daß sich auf den reinen Quarzsandsteinen der Lubilasch-Schichten keine Kalkkrusten finden, ist nicht merkwürdig. Warum fehlen aber alle Angaben über junge Kalkbildungen aus dem Katangagebiet. Kalkhaltige Gesteine kommen doch dort reichlich vor. Waren sie nie vorhanden? Sind sie sekundär in späteren regenreichen Zeiten total zerstört worden? Sind sie vielleicht hier und da übersehen worden? Werden sie etwa durch Laterite ersetzt? Diese Fragen sind interessant, aber noch nicht zu beantworten.

Die Angaben in der Literatur genügen nicht, um in den Gebieten, die außerhalb der mittleren Kalahari liegen, eine doppelte Periode der Kalkablagerung anzunehmen, also z. B. in der Karro, im Damaraland, im Betschuanenland und Transvaal. Vielleicht geben weitere Untersuchungen Aufschluß über diese wichtige Frage.

4) Die Lateritbildungen.

Sehr überraschend ist das Auftreten von Laterit, der anscheinend während der Kalkperiode durch Verwitterung entstanden ist. Sein Auftreten weist auf ein feucht-heißes Klima, eventuell mit Bewaldung hin, und es ist sicherlich nicht leicht, sich sein Auftreten innerhalb des abflußlosen Beckens zu erklären. Um

Raseneisenerz, also Sumpfbildung über dem Chalcedonsandstein, handelt es sich wohl kaum, sondern um Umwandlung des Gesteins durch die charakteristische Tropenverwitterung. Da Kalk und Laterit sich überall im allgemeinen ausschließen und letzterer hier in relativ höherem Niveau liegt, so kann man sich seine Entstehung vielleicht so denken, daß innerhalb des abflußlosen, mit Kalkseen erfüllten Beckens Höhen mit tropischer Vegetation — mindestens Savanen — und tropischer Verwitterung lagen, weil Temperatur und Niederschläge genügten, einen solchen Wald hervorzurufen. Zu einem Abfluß des Beckens braucht es nicht gekommen zu sein. Wie die Verhältnisse im einzelnen lagen, werden erst systematische Untersuchungen zeigen, vorläufig müssen wir uns mit dem Ergebnis abfinden, daß anscheinend während der Periode der Brackwasserkalke ein heißes und relativ feuchtes Klima geherrscht haben muß. Denn ohne dasselbe sind nach unseren heutigen Vorstellungen Laterite — d. h. durch Verwitterung entstandene zellige Brauneisensteine — nicht denkbar.

Interessant ist es nun zu sehen, daß außerhalb der Kalahari die Lateritbildung gleichfalls an diejenigen Ablagerungen geknüpft ist, die den Eindruck von Wüstenablagerungen machen.

Die Enonschichten zeichnen sich durch auffallend rote Farben aus, bilden deshalb mit ihren steilen Platten landschaftlich eine hervorragende Rolle. Auch zellige Brauneisensteine treten in ihnen auf.

Die Lubilasch-Schichten sind oberflächlich in großem Umfang lateritisiert worden, aber im Gegensatz zur Kalahari fehlt Laterit stets über dem polymorphen Sandstein.

Sehr bemerkenswert ist in Ostafrika die Verbindung zwischen Eisenoxyd und den jungen Breccien mit Hornstein-Quarzgeröll. Dieselben sind so eisenreich, daß sie nach *Dantz*[6]) von den Eingeborenen verhüttet werden, und manche dieser Eisenerze glaubt er für Reste von Eisenquarzitschiefern halten zu dürfen. Könnten es nicht auch lateritisierte Breccien sein?

Das Alter der Brackwasserkalke und des Laterits.

Leider haben sich in den Ablagerungen der Kalahari keine Leitfossilien erhalten. Nur soviel können wir aus der Beschaffenheit der Mollusken und Diatomeen schließen, daß die Kalke tertiär bis rezent sein können. Findet sich doch Melania tuberculata sicher im Pliocän Ägyptens, wo sie unter den Namen M. Nysti und Potamaclis turritissima beschrieben worden ist.[7]) Ist also das Alter der Kalke auch nicht genau zu bestimmen, so wollen wir doch versuchen, irgend welche Anhaltspunkte für eine solche Bestimmung zu finden.

Eine Reihe von Momenten sprechen dafür, daß sich während der Tertiärzeit in Ägypten ähnliche Klimaschwankungen vollzogen, wie während der Ablagerungen der Deckschichten in der Kalahari, und zwar — was wichtig ist — in ähnlichem Rhythmus. An der Hand von *Blankenhorns* Darstellungen über die Geologie Ägyptens möchte ich auf einige Punkte hinweisen, die vielleicht von Interesse sind.

1) Die mesozoische Kontinentalperiode.

Zwischen dem Perm und Cenoman entstand die ca. 200 m mächtige unterste Abteilung des Nubischen Sandsteins, nach *Blankenhorn*[8]) eine äolische Bildung, entstanden durch den Zerfall kristalliner Gesteine, nach *Walther*[9]) ein Beweis für ein uraltes Wüstenklima Ägyptens. Diese Sandsteine sind also während der Zeit gebildet worden, wo in Südafrika ein Wüstenklima geherrscht haben dürfte. Es folgten die Transgressionen der oberen Kreide, und zwar dringt das Senon am weitesten nach Süden vor.

2) Die Eocänzeit.

Den ersten Einblick in die klimatischen Verhältnisse gewinnt man im Eocän. Die Niederschläge während dieser Zeit genügten, um einen Strom zu erzeugen, der in der Gegend des Natrontals und Moghara in das Meer mündete — *Blankenhorns* Urnil.[10]) Über den Charakter des Landes — ob Wald- oder Steppengebiet — kann man sich kein Bild machen, da die Säugetierfauna — Probescidier, Anthrocotherion, Hyracoiden — keine Schlüsse zu ziehen erlaubt und Pflanzen nicht erhalten sind.

3) Die Oligocänzeit.

Der Urnil ist nicht mehr nachweisbar, denn unzweifelhafte Deltabildungen, die auf einen Fluß schließen ließen, fehlen.[11]) Dagegen sind die kontinentalen Ablagerungen dieser Zeit ausgezeichnet durch ihren Reichtum an Verkieselungen,[12]) d. h. wahrscheinlich „Einkieselungen". Hierher gehören die Djebel Achmet-Quarzite und z. T. die Bildungen verkieselter Hölzer. Diese Ablagerungen sind es gerade, die *Walther*[13]) für typische Wüstenbildungen hält und in denen er ein zersprungenes Rollstück fand, wie sie bei Insolation entstehen.

Blankenhorn hält die Kieselbildungen, die in das Oligocän und untere Miocän fallen, für Produkte von Kieselthermen. Indes ist es sicher, daß der größte Teil dieser Bildungen fern ab von vulkanischen Gesteinen liegt. Könnten sie also nicht auch salzreichem, zirkulierendem Wasser ihre Entstehung verdanken, die reichlich Kieselsäure gelöst enthielten? Nach den im vorigen Kapitel aufgestellten Grundsätzen könnten nach Abschluß einer trockenen Oligocänzeit, in der Salze aufgespeichert wurden, infolge Zunahme der Niederschläge an Kieselsäure reiche Lösungen entstanden sein und die von *Blankenhorn* beschriebenen Kieselsäurebildungen erzeugt haben.

4) Die Miocänzeit.

Daß die Niederschläge während des Miocäns zunahmen, scheint aus dem erneuten Auftreten des Urnils [14]) hervorzugehen, dessen Existenz durch Deltabildungen bewiesen wird und der sich in abgeschwächter Form ins untere Pliocän fortsetzt.[15]) Auch Süßwasserbildungen obermiocänen Alters sind bekannt, z. B. südlich der Oase Siwa Kalke mit Physa, Planorbis, Limnaeus, Hydrobia, sowie Sandsteine mit Chalcedonzement.[16]) Über den Charakter der Vegetation am zweiten Urnil sind wir besser orientiert, sie weist auf ein heißes tropisches Klima hin.[17])

5) Die mittelpliocäne Trockenperiode.

Der Urnil setzt sich, wie *Blankenhorn* angibt, „in etwas reduzierter Gestalt in die Pliocänepoche fort". Es scheint nun, daß während der Pliocänzeit wieder ein relativ niederschlagsarmes Klima geherrscht hat. Darauf weist die zweite Periode der „Kieselthermen" hin, die *Blankenhorn* [18]) ins Mittelpliocän legt und mit den vorhergegangenen tektonischen Bewegungen in Zusammenhang bringt. Auch hier möchte ich die Frage aufwerfen, ob sie nicht doch gewöhnlichem, mit Salzen und Kieselsäure beladenem Wasser ihren Ursprung verdanken, das zu einer Zeit entstand, als das Klima wieder feuchter wurde.

Sodann weisen darauf hin die gewaltigen Breccienbildungen [19]) (Broccatelle) der Mittelpliocänzeit. Ich habe nicht den geringsten Grund, die Richtigkeit von *Blankenhorns* Ansicht zu bezweifeln, daß sie mit den tektonischen Störungen in Verbindung stehen, die Ägypten im Unterpliocän trafen. Allein in feuchtem, tropischem, also mit Wald oder dichter Steppenvegetation bedecktem Gebiet kommt es im allgemeinen trotz energischer Verwerfungen nicht zur Ausbildung solcher Breccien, weil Vegetation und Feuchtigkeit den Blockschutt zerstören und in Erdmassen einhüllen, resp. seine Bildung verhindern. Dagegen sind solche

Breccien mit rein kalkiger Matrix in trockenem Steppen- bis Halbwüstenklima nicht nur sehr wohl denkbar, sondern sind vielleicht entsprechend der Entstehung von Kalkkrusten für jene geradezu charakteristisch. Mit vollem Recht weist *Blankenhorn* darauf hin, daß sich ähnliche Breccien heutzutage in Ägypten bilden, er zieht aber für die mittelpliocänen Breccien nicht die Konsequenz, daß sie in ähnlichem Klima entstanden sein müssen, läßt vielmehr vorsichtigerweise diese Frage offen.[20]) Sollten sie aber nicht doch ein Hinweis darauf sein, daß Ägypten im Mittelpliocän ein so trockenes Klima wie heutzutage besaß?

6) Die Pluvialzeit.

Mit dem oberen Pliocän beginnt die gewaltige Steigerung der Niederschläge der Pluvialzeit, die mit der Glazialzeit zusammenfällt oder ihr vielleicht etwas vorausgeht.[21])

Versuchen wir nun die hier vermuteten Klimaschwankungen Ägyptens mit denen der Kalahari in Einklang zu bringen!

Der Beginn des Kalaharisandes bezeichnet, wie wir sahen, anscheinend den Beginn der stärksten Niederschläge, also der Pluvialzeit. Gehen wir von dieser Annahme aus, so erhalten wir folgendes Alter der verschiedenen Klimaschwankungen.

Ägypten:	Kalahari:
1) Diluvium. Oberpliocän.	Pluvialzeit. Kalaharisand.
2) Mittelpliocän. Kieselsäure- und Breccienbildungen.	Trockenperiode. Bildung der Oberflächenbänke des Kalaharikalks und von Breccien.
3) Unterpliocän und Miocän. Urnil II, tropisches Klima, Süßwasserablagerungen.	Kalaharikalk mit heutigen Mollusken. Heißes Steppenklima, aber anscheinend feucht genug, um an günstigen Stellen Laterit zu erzeugen.
4) Oligocän. Stärkste Kieselsäureperiode. Kein Urnil nachweisbar.	Verkieselung des Pfannen-Sandsteins, Oberflächenbänke über dem Pfannensandstein, Breccien- und Salzpfannenbildung.
5) Eocän. Urnil I. Auf dem Lande eine Fauna von Hyracoiden, Proboscidiern, Anthracotheriden.	Pfannensandstein als Krustenbildung im Halbwüstenklima.
6) Kreidezeit. Bedeutende Transgressionen.	Verkieselungen als Ausdruck der ersten positiven Schwankungen des Klimas.

Wenn wir uns die Frage vorlegen, ob die im Vergleich mit Ägypten gefundene Altersbestimmung einige Wahrscheinlichkeit besitzt, so möchte ich glauben, daß sie möglicherweise annähernd richtig ist. Die rezente Molluskenfauna und die Diatomeen des Kalaharikalks weisen allerdings eher auf ein oberpliocänes als miocänes Alter hin. Indes würden sie wohl doch kein zwingender Beweis gegen ein so hohes Alter sein, zumal der Kalk auch einen Zweischaler (Corbicula africana) enthält, der heutzutage nicht mehr im Kalaharigebiet gefunden worden ist. Ob das reichliche Auftreten von Campylodiscus Clypeus[22]) miocänes Alter

ausschließt, möchte mir fraglich erscheinen, da er ja in marinen tertiären Schichten vorkommt. Sollte es sich herausstellen, daß der Kalaharikalk am unteren Kwando wirklich von Basalt durchbrochen wird, so würde das wohl auf ein relativ hohes Alter hinweisen, da ja die jüngsten großen Eruptionen Ostafrikas ins Pliocän fallen.

Die Einkieselungen des Kalaharisandes wären dann prätertiär und, da es nicht unwahrscheinlich ist, daß die allgemeinen energischen Transgressionen des oberen Kreidemeeres eine Zunahme der Niederschläge in Südafrika herbeigeführt haben könnten, so wären sie nicht unverständlich.

Legt man aber, wozu man ja berechtigt wäre, der Altersbestimmung allein die Fossilien zu Grunde, so müßte der Kalaharikalk dem Beginn der Pluvialzeit im oberen Pliocän entsprechen, der Kalaharisand aber der Diluvialzeit. Dann fiele die ganze Botletlezeit mit ihren Einkieselungen, Verkieselungen, Kalkkrusten und Salzpfannenbildungen in die Zeit zwischen oberer Kreide (inkl.) und Oberpliocän.

Wir werden also vorläufig nur ganz allgemein sagen können, wie in Europa, so war auch anscheinend in Ägypten und in der Kalahari die Tertiärzeit eine Periode der Klimaschwankungen, und zwar in Südafrika unter Zunahme der Niederschläge und Abnahme der Temperatur. Vielleicht kommt man später auf Grund genauerer Untersuchungen in beiden Gebieten und namentlich paläontologischer Funde, z. B. von Säugetierknochen, in der Kalahari noch zu sichereren Resultaten.

Auf eine andere interessante Frage sei hier noch kurz eingegangen, nämlich die afrikanische Säugetierwelt, die autochthone und eingewanderte.

In Ägypten[23]) lebte im Eocän eine fremdartige Säugetierfauna, die aus den spezifisch afrikanischen Anthracotheriden, Hyracoiden und Proboscidiern bestand, von denen die beiden letzteren mit den tertiären südamerikanischen Toxodontiern verwandt sind. Im Oligocän ist sie nicht nachweisbar. Ob eine oligocäne Trockenperiode sie vorübergehend verdrängte?

Im Miocän dagegen kommen dieselben Familien und außerdem noch die Rhinoceriden hinzu. Erst im Pliocän treten die Vorfahren der heutigen Säugetiere auf, die hohlhörnigen Wiederkäuer, die Equiden, Suiden und Hippopotamiden.

Aus diesen Verhältnissen schließt *Blankenhorn* auf ein „selbstständiges Schöpfungszentrum“ für Säugetiere in Afrika.

Allgemein wurde bisher angenommen, daß die heutige Säugetierfauna Südafrika erst zu einer Zeit erreichte, als Madagaskar sich bereits vom Kontinent losgelöst hatte. Vor der Kalaharikalkzeit fehlen, wie wir sahen, alle Andeutungen tierischer Erosion in den Kalkablagerungen, und erst der Kalaharikalk scheint solcher Erosion erlegen zu sein. Wir würden also annehmen müssen, daß die Säugetiere während der Kalaharikalkzeit — also etwa im Miocän, resp. im oberen Pliocän die bis dahin unpassierbare hypothetische Wüstenzone überwanden und Südafrika erreichten, wo sie die eingeborene, heutige madagassische Fauna der Halbaffen, Insektenfresser, Viverren etc., die vielleicht bereits seit Beginn des Tertiär das wohl feuchtere Küstengebiet bewohnt haben könnte, vernichteten resp. zersprengten.

Die spezifisch afrikanischen eocänen Familien der Hyracoiden u. s. w. dagegen könnten sich auf der Nordseite der Wüstenregion entwickelt haben, wo sie vielleicht in der Nähe des Meeres günstigere Bedingungen fanden als auf den trockenen Hochflächen. Auch bezüglich dieser wichtigen Frage werden wohl paläontologische Funde noch viel Neues und Überraschendes ans Licht bringen.

Anmerkungen.

[1]) Literatur siehe S. 221. Sehr reich an guten Beobachtungen über Kalkkrustee ist auch die französische geologische Literatur über die Atlasländer.

[1a]) *Schweinfurth* und *Lewin*: Beiträge zur Topographie und Geochemie des ägyptischen Natron-Tals. Zeitschr. Ges. für Erdkunde 1898. S. 1 ff. mit ausführlicher älterer Literatur. Siehe auch *Blankenhorn*, Geologie etc. IV. S. 496.

[2]) Persönliche Mitteilungen von Herrn Professor *Schenck*.

[3]) *Stow*: Notes upon Griqualand West. Quart. Geol. Journ. 1874.

[4]) *Cohen*: Geognostisch petrographische Skizzen aus Südafrika. Neues Jahrbuch für Mineral. 1887. Beilage Band V. S. 271.

Sehr interessant ist die Bemerkung *Cohens*, daß der diluviale See Gerölle aus dem unteren Stromgebiet des Oranje enthält. Daraus schließt er, daß früher andere hydrographische Verhältnisse bestanden hätten, nämlich vor dem Durchbruch des Oraeje durch den Küstenrand. Man könnte daraus auf einen ehemals abflußlosen Zustand des Landes schließen. Da aber *Cohen* glazialas permisches Konglomerat von diluvialem nicht unterschieden hat, so ist es möglich, daß sich *Cohens* Beobachtung auf solche alte Konglomerate bezieht, also ganz anders erklärt werden müßte.

[5]) *Bornhardt*: S. 24 u. a. Orten.

[6]) *Dantz*: Mitteilungen aus deutschen Schutzgebieten 1902. S. 147.

[7]) *Blankenhorn*: Geologie Ägyptens. IV. Das Pliocän S. 413 und II. Das Paläogen S. 456.

[8]) — l. c. I. S. 27.

[9]) *Walther*: Denudation in der Wüste. Leipzig 1891.

[10]) *Blankenhorn*: Die Geschichte des Nilstromes in der Tertiär- und Quartärperiode, sowie des paläolithischen Menschen in Ägypten. Zeitschr. Ges. für Erdkunde 1902. S. 695.

[11]) *Blankenhorn* hält die Djebel Achmar-Quarzite, obwohl sie keine Fossilien enthalten, für Anschwemmungen des Urnils. Sumpfbildungen mit Nicoliadickichte sind indes auch in Steppengebietee denkbar und zumal in der Nähe eines Meeres an vielleicht nebelreicher Küste. Erinnert sei an den herrlichen Urwald der Küste Marokkos und die so nahe Wüstensteppe zwischen ihr und dem Atlas.

[12]) — Geologie etc. II. S. 474. III. S. 69.

[13]) *Walther*: Denudation etc. S. 133.

[14]) *Blankenhorn*: Die Geschichte etc. S. 705.

[15]) — Die Geschichte etc. S. 706/707.

[16]) — Die Geschichte etc. S. 706.

[17]) — Geologie etc. IV. S. 312.

[18]) — Geologie etc. IV. S. 324 ff.

[19]) — Geologie etc. IV. S. 350 ff.

[20]) — Geologie etc. IV. S. 351/352.

[21]) — Geologie etc. IV. S. 393 ff.

[22]) Vergl. Anhang VIII.

[23]) *Blankenhorn*: Die Geschichte etc. S. 707/708.

Kapitel XXXVII.

Die Pluvialzeit und ihr Abklingen bis zur Gegenwart.

Bei so feinen roten Sanden, wie sie den Kalaharisand bilden, wird man sich die entscheidende Frage vorlegen müssen, ob sie eine Ablagerung der Winde oder des Wassers sind. In letzterem Fall aber hat die Differenzialdiagnose zwischen See- und Flußablagerung zu entscheiden.

I. Welche Momente sprechen für Windablagerung?

Wir sahen im Verlauf der Darstellung, daß eine Reihe von Beobachtungen mit aller Entschiedenheit für eine Ausbreitung des Kalaharisandes als Flugsand sprechen. Dazu gehört vor allem die Anhäufung von Massen roten Sandes an den Süd-, Südost- und Ostseiten aller Berge, während auf den Nord- und Nordwestseiten sandarme bis -freie Gesteinsflächen liegen.

Auf Flugsand weisen ferner die langen Wellen hin, die in dem westlichen Teil der südlichen Kalahari auftreten. Auffallenderweise finden wir die nämlichen langen parallelen Wellenzüge gerade in dem feuchtesten Teil der Kalahari wieder, während sie in der mittleren fehlen oder höchstens angedeutet sind. Diese langen regelmäßigen Sandwellen scheinen große Ähnlichkeit mit den gleichen Sandwellen der westaustralischen Sandwüste zu haben, die *Carnegie*[1]) auf seiner großen Reise zweimal durchquerte. Man kann sich kaum vorstellen, daß sie durch eine andere Kraft als regelmäßige Winde hervorgerufen sein könnten, und doch ist das Land in beiden Fällen, in Australien und der Kalahari, mit derartig dichter Vegetation — Gras, Busch und Wald — bestanden, daß die Winde heutzutage sicher nicht in der Lage sind, den Sand umherzujagen.

Derartige Oberflächenformen, wie sie in den Sandmeeren Inner-Asiens, Turkestans und der Libyschen Wüste auftreten, unruhig aufragende, völlig regellose Dünenberge, tiefe Einsenkungen, Trichter, schnell wechselnde Bogendünen, fehlen der Kalahari durchaus, sind aber vielleicht als rudimentäre Bildungen stellenweise erkennbar. Ein derartiges Sandmeer ist die Kalahari möglicherweise einstmals streckenweise, nämlich in den heutigen Gesteinsfeldern, gewesen. (Siehe S. 652—653.)

Für Windwirkung spricht schließlich das Auftreten von eckigem, anscheinend eluvialem Geröll aus Kalk, Chalcedon und Grundgestein unter dem Sand der Gesteinsfelder. Verdankte es fließendem Wasser seine Ablagerung, so müßte dieses Geröll doch wohl abgerollt sein.

II. Welche Beobachtungen sprechen für eine Ablagerung durch Wasserkräfte?

Dafür sprechen einmal die Flußschotter, mit denen der Kalaharisand stellenweise beginnt, sodann die Anhäufung der Sande gerade im Verlauf der großen Flußbetten.

Sehr wichtig ist das Auftreten der kalkreichen Sande mit Diatomeen im Liegendsten des Kalaharisandes am Botletle. Man könnte vielleicht einwenden, daß diese Ablagerung bei Zuschüttung eines Salzwassersees mit Flugsand entstanden sei. Das wäre möglich, wenn die Ablagerung nur Brackwasserdiatomeen enthielte. Allein die Mischung mit Süßwasserdiatomeen, denselben Diatomeen, die die heutigen Sümpfe bewohnen, beweist, daß der Sand mit Süßwasser zusammen eindrang und daß Brackwasserseen in Süßwasserseen verwandelt wurden. Demnach muß man notwendigerweise eine wesentliche Zunahme der Niederschläge und des Wasserreichtums des Landes annehmen.

Auf diesen Umstand weisen ferner die zahllosen Flußbetten hin, die die Sandfelder erfüllen. Sie sind im Norden sehr deutlich entwickelt und als Wasserstraßen noch heutzutage im Gebrauch, geht man nach Süden, so werden sie zunächst trocken, dann undeutlich bis zu völliger Unkenntlichkeit. Besonders auffallend ist auch die Anastomosenbildung vieler Flußbetten der Sandfelder, die in den Verhältnissen des heutigen Sumpflandes ein frappantes Gegenstück findet.

Auch in den Sandfeldern, die weit, weit ab von den heutigen Sumpfländern liegen, sind die Gegensätze zwischen weißem Flußsand der Höhen und Schlammboden der Ebenen, die sich im Sumpfland finden, noch in dem roten welligen und dem harten, grauen ebenen Sand vorhanden.

So kommen wir denn auf Grund aller dieser Verhältnisse zu der Auffassung, daß bei der Ablagerung der Sande einerseits das Wasser beteiligt war, andererseits die Ausbreitung der Flußsande durch den Wind in Frage kommt.

III. Herkunft und Ablagerung der Sande.

Wir wollen nun den Versuch wagen, von der Ablagerung der Sande ein Bild zu entwerfen, wie sie nach dem bisher Bekannten erfolgt zu sein scheint.

Am Ende der Zeit des Kalaharikalks herrschte wieder die Wüste, mindestens ein Steppenklima. Vielleicht unterbrachen Salzseen die öden Flächen des Kalaharikalks. Inwieweit das Land mit Flugsanden bedeckt war, entzieht sich der Beurteilung, indes dürften sie, in Anbetracht der Ausdehnung der Kalklager, innerhalb des Beckens nicht dominiert haben. Dagegen müssen wir annehmen, daß im Westen, z. B. innerhalb des Damaraberglandes, gewaltige Sandmassen angehäuft waren, die von den Fluten der Pluvialzeit erfaßt und hauptsächlich in Form von Wällen an den Ufern der Flußläufe abgelagert wurden. Von den Flußbetten aus verbreiteten sich die wohl periodischen Fluten über das Land hin, bildeten große Seen in den Ebenen, die vielfach die Uferwälle begleiten. Das Wasser war, wie die Diatomeenflora am Botletle zeigt, süß.

So kommen wir denn zu der Ansicht, daß damals große Teile der Kalahari ein Sumpfland gewesen sind, gleich dem heutigen Okavangosumpfland, nur viel großartiger. Wie sind aber die Flugsandablagerungen zu erklären?

Wie früher bereits erwähnt wurde, ist es möglich, daß in einem Gebiet stark fließenden Wassers innerhalb der Überschwemmungszone keine dichte Vegetation existierte und daher von dieser Zone während der Trockenzeit Sand in großem Stil verweht werden konnte. Daß dieser Prozeß der Flugsandbildung auch einstmals in der Kalahari stattgefunden habe, ist sehr wahrscheinlich. Allein es erscheint mir doch fraglich, ob er genügt hat, um die gewaltige Ausbreitung des Sandes zu erklären. Denn der Sand der Gesteinsfelder ist an-

scheinend zum größten Teil Flugsand. Diese Gesteinsfelder aber dürften wohl während der Pluvialzeit, dank der Niederschlagsmengen, mit dichter Vegetation bedeckt gewesen sein, konnten also wohl kaum von Flugsand so gründlich und gleichmäßig überschüttet werden. Dazu kommt, daß im heutigen Sumpfland durch die Hochflut keineswegs vegetationsarme Zonen geschaffen werden. Deshalb erschien es wahrscheinlicher, daß die Flugsandbildung anders zu erklären sei.

Wie während der Glazialzeit Rückzüge der Gletscher eintraten, so könnten auch während der Pluvialzeit regenarme Perioden eingetreten sein, Rückschläge zum früheren trockenen Klima — Interpluvialzeiten. Nehmen wir an, daß eine oder auch mehrere solcher Perioden eintraten und die Vegetation stark reduziert wurde, so ließen sich die vorhandenen Erscheinungen allerdings erklären. Von den ehemaligen Sumpfgebieten aus wurden die Sande weithin verbreitet, überfluteten die Gesteinsfelder, schoben sich an den Bergflanken hinauf, und während dieser Zeit konnten die langen parallelen Wellen entstehen, die für die nördliche Kalahari so charakteristisch zu sein scheinen.

Bei diesen wollen wir noch verweilen.

Solche lange Sandwellen sind für manche Wüsten entschieden nicht die Regel, vielmehr überwiegen unregelmäßige Dünen, die oft die Form von Bogendünen verraten. Unruhig, wie das sturmgepeitschte Meer, erscheinen die Dünenwüsten Innerasiens und Turkestans, wie sie uns aus *Sven v. Hedins* und *Walthers* Darstellungen und Abbildungen vertraut sind.

Dagegen finden sich die langen, parallelen, den Dünungswellen einer glatten Meeresfläche vergleichbaren Sandwellen häufig gerade in relativ bewachsenem Sandgebiet. Ich möchte glauben, daß sich die langen parallelen Ketten unter der dünngesäeten Grasdecke in der Südwestecke der südlichen Kalahari bilden konnten, ebenso wie in der westaustralischen riesigen Wüste unter lichter Spinnifexdecke. Vielleicht ermöglicht gerade eine solche Decke, die die Kraft des Windes zwar mäßigt, aber doch nicht völlig aufhebt und vor allem dem Sand eine gewisse Stabilität verleiht, die Ausbildung langer Parallelwellen, während bei lose herumtreibendem Flugsand vorwiegend unregelmäßige Bogendünen entstehen.

Könnten die Parallelwellen der nördlichen Kalahari nicht in einer „Interpluvialzeit" entstanden sein, in der die Vegetation der der heutigen südlichen Kalahari im Bereich der Wellen glich. Könnte nicht die flachwellige, aber unregelmäßig unruhige Oberfläche der mittleren Kalahari dagegen, die anscheinend auch der mittleren und östlichen Region der südlichen Kalahari eigen ist, das Produkt einer interpluvialen Flugsandwüste sein?

Diese Fragen zeigen, wie wichtig für das Verständnis der Kalahari das genaue Studium der Parallelwellen wäre.*)

Beachtung verdienen auch die „Saugbrunnen" der Sandfelder mit ihrer undurchlässigen „Tonschicht". Was ist diese Tonschicht? Wäre es nicht möglich, daß sie einst den Boden von Vleys bildete, in alten Flußbetten oder in den Sandfeldern einer Interpluvialzeit, die später von Sand überdeckt wurden? Auch hier könnten genaue Untersuchungen mancherlei interessante Resultate ans Licht bringen.

So unsicher vorläufig noch die Annahme einer Interpluvialzeit ist, so bestimmt dürfen wir annehmen, daß die nördliche und mittlere Kalahari stellenweise ein mit Sümpfen bedecktes und von Seen durchzogenes Land war, als die Abnahme der Niederschläge begann, die zu der Ausbildung des heutigen Klimas führte. Die Gesteinsfelder lagen wohl im allgemeinen trocken, während die Sandfelder im Verlauf der großen Flußbetten und vor allem im Okavangobecken dem heutigen Okavangosumpfland glichen.

*) Es wäre von Interesse, diesem Problem weiter nachzugehen. In Südalgerien z. B. könnten die Parallelwellen des Areg, die heutzutage nahezu festliegen, in der Übergangsperiode von der Pluvialzeit zum heutigen Wüstenklima unter einer lichten Grasdecke entstanden sein.

Die Beschaffenheit der südlichen Kalahari während der Pluvialzeit entzieht sich zur Zeit unserer Kenntnis. Es ist denkbar, daß sie niemals derartige Niederschläge empfing, wie die mittlere und nördliche, und auf dem Höhepunkt der Pluvialzeit vielleicht höchstens der heutigen nördlichen Kalahari ähnelte.

Ein Abfluß bestand in der mittleren Kalahari sicher durch den Kwando-Sambesi, vielleicht auch durch den Gwai. Dagegen ist die ehemalige Wasserverbindung zwischen dem Makarrikarribecken und dem Limpopo deshalb sehr zweifelhaft, weil die Wasservegetation beider wesentliche Unterschiede aufweist. Ich verweise hier auf das botanische Kapitel (XXXVIII). Ohne genaue topographisch-geologische Aufnahmen läßt sich die Frage natürlich nicht entscheiden. Die Salzverhältnisse sprechen für einen ehemaligen Abfluß des Makarrikarribeckens. Denn erstens ist der Salzgehalt desselben verhältnismäßig gering, indem Salzlager meist ganz fehlen und, wo vorhanden, nur wenige Zoll stark sind, sodann fehlen gerade die am leichtesten löslichen Salze, die am ehesten und gründlichsten ausgeschwemmt werden konnten, wie KCl und MgCl anscheinend ganz. Nur die mit Kalk gemischten Salze der Salzpfannen aus der Kalaharizeit sind zurückgeblieben.

Die Gesteinsfelder wurden während der Pluvialzeit, wie wir sahen, wohl nicht überschwemmt, vielmehr der Sand herübergeweht. Demnach waren sie wohl mit Wald bedeckt, und in den Vertiefungen standen Seen, so z. B. in den Kesseln und Pfannen des Chansefeldes u. s. w. Vielleicht entstanden in dieser Zeit manche der Pfannenkalktuffe, die nach Habitus und Erhaltungszustand der Diatomeen und Molluskenschalen einen jüngeren Eindruck machen, als die Kalksandsteine. Möglich ist es aber auch, daß der Pfannenkalktuff doch aus der Kalaharikalkzeit stammt und sich während der Kalaharisandzeit über ihm Schlammboden ablagerte, der aber der Erosion durch Wind und Tiere längst erlegen ist. In verschiedenen Gegenden mag es verschieden gewesen sein. Bei der reichlichen Zufuhr von Kalk aus der nächsten Umgebung könnte der Pflanzenschlamm der Seen und Teiche so kalkreich gewesen sein, daß eine Seekreide, d. h. der Kalktuff, entstand, dieser also aus der Zeit des Kalaharisandes stammt. Beides ist möglich, bestimmtes kann man indes nicht sagen.

Sandfreie Flächen. Ein schwieriges Problem bieten die sandfreien Gebiete, die sich an mehreren Stellen der Kalahari finden. Ich denke hier nicht an die kleinen pfannenförmigen Gebilde, wo Gestein ohne Sanddecke frei daliegt, auch nicht an die aufragenden Berge und Gesteinsfelder, sondern an die großen, tiefgelegenen Flächen, in denen Sande anscheinend keine große Rolle spielen, nämlich das Makarrikarribecken und das Etosapfannengebiet. Beide Regionen sind Depressionen, die von höherem Land umgeben sind. Sei es, daß der Wind oder das Wasser die Sande ausbreiteten, man sollte Sandanhäufungen gerade hier erwarten.

Um das Fernbleiben des Sandes zu erklären, genügen unsere Beobachtungen nicht, indes kann man wohl einige allgemeine Gesichtspunkte aufstellen.

Erosion vorhandener Sande könnte vorliegen. Ist dieselbe beim Makarrikarribecken auch nicht undenkbar — einen Abfluß zum Sambesi oder Limpopo vorausgesetzt —, so wäre sie beim Etosabecken, das unseres Wissens niemals Abfluß besessen hat, wohl kaum anzunehmen. Wahrscheinlicher möchte es mir scheinen, daß Sande niemals zur Ablagerung gelangt sind, weil die Schilfmassen der Sümpfe das Eindringen verhindert haben. Dagegen müßten pflanzliche Schlamme nebst Staub und etwas Sand zu finden sein. Im südlichen Makarrikarribecken, soweit ich es selbst gesehen habe, ist das sicher der Fall, und die „Humusdecke", die nach *Livingstone* den größten Teil des Makarrikarribeckens bedeckt, dürfte auch nichts anderes als die alluviale Schlammschicht sein. Auf weite Strecken hin, namentlich im Bereich der heutigen Salzpfannen, mag dieser Schlamm durch Wind-

erosion längst entfernt worden sein — ein Prozeß, den man ja auf der Matanyaebene jetzt gerade beobachten kann.

Aus dem Etosagebiet fehlen Berichte über solche humose Schlammschicht, und daher sind die Verhältnisse dort vorläufig unerklärbar.

IV. Die Ausgestaltung der heutigen Oberfläche.

Mit der Abnahme der Niederschläge wurden die abgelagerten Sande in bestimmter Weise beeinflußt und verändert.

Die Verminderung des Wassers hatte zunächst zur Folge, daß die Überflutung der Ebenen von den Hauptströmen aus abnahm. Das Wasser wurde infolgedessen mehr und mehr auf die Hauptarme beschränkt. Zu gleicher Zeit verschwanden auch die Flächen stehenden Wassers, die Sümpfe und Seen. Dadurch mußte die Geschwindigkeit der Hochflut in den übrigbleibenden Flußbetten beschleunigt werden, weil der Widerstand der stehenden, resp. langsam fließenden Wassermassen fortfiel.

Durch diese beiden Momente — Beschränktsein aufs Flußbett und Beschleunigung der Flut — wurde die Transport- und Erosionskraft der Flüsse gesteigert. Daher gruben sie sich tiefere Betten, und so wurden die früher überschwemmten Ebenen dauernd trockengelegt.

Die Flußbetten der heutigen Sumpfländer und der Kalahari weisen vielfach Anastomosen auf. Zwischen den sich teilenden Armen mußte sich nun im Laufe der Zeit infolge beständiger Wasserabnahme ein Kampf ums Dasein entwickeln. Die Kampfmittel waren die Sandwälle, die die Flüsse an den Ufern aufhäuften. Der stärkere Fluß dämmte an der Teilungsstelle den schwächeren ab, und dadurch, daß der siegreiche Arm sein Bett infolge vermehrter Wassermenge und Transportkraft reinfegte und tieferlegte, wurde der überwundene Gegner erst recht aufs Trockene gesetzt; sein Wasser versiegte und sein ganzes Stromgebiet wurde trockengelegt.

Die Stellung des Kunene und Okavango zum Ovamboland, resp. ²Kungfeld. Bei diesem Konkurrenzkampfe gewannen mitunter Flußbetten, die von Rechts wegen ihrer Höhenlage nach nicht hätten siegen dürfen. Wenn nämlich ein Arm beim Einschneiden auf Gestein traf und es ihm gelang, in dasselbe einen Kanal zu graben, so war er den Sandflüssen überlegen. Denn innerhalb des Felsbettes versiegte einmal viel weniger Wasser durch vertikale und seitliche Absorption, sodann konnte die Hochflut das Bett leichter reinfegen und offenhalten. So konnte ein solcher Fluß das Wasser der Hochflut in seine Bahn lenken, weil er ihm einen schnellen Abfluß gestattete, während die Flüsse mit Sandbetten versandeten und verstopft wurden. So erklärt sich wohl der eigenartige Lauf des Kunene und Okavango. Das felsige Bett derselben liegt höher als die angrenzenden Sandfelder — Ovamboland, ²Kungfeld — mit ihren zahllosen Flußbetten, die z. T. jetzt noch von der Hochflut des Hauptflusses gefüllt werden.

Aber auch den meisten Hauptflüssen ist es schließlich so gegangen, wie ihren schwächeren Brüdern. Auch sie sind alle versiegt infolge des Rückganges der Niederschläge. So gibt es denn heutzutage auch nicht einen Fluß mehr in dem ganzen großen Gebiet der mittleren Kalahari, der dauernd Wasser führte, das aus dem Gebiet selbst stammte. Denn der Okavango und Kunene erhalten ja ihr Wasser auf der Wasserscheide hoch oben im Norden und teilweise noch im Sandfeld der nördlichen Kalahari.

V. Die Umwandlung der ursprünglichen Ablagerungen.

Die trockengelegten Gebiete blieben nicht in dem Zustand, in dem sie das Wasser verließ, vielmehr haben sie derartige Umwandlungen erfahren, daß man

in den heutigen Sandfeldern die frühere Beschaffenheit nicht mehr ohne weiteres erkennen kann. Aber in dem Sandfeld, das an das ehemalige, jetzt trockengelegte Sumpfgebiet des Tauche stößt, besteht ein allmählicher Übergang zwischen beiden so verschiedenen Gebieten, und hier wird man in die Lage versetzt, die verschiedenen Elemente des Sumpflandes auch im Sandfeld wiederzuerkennen.

1) Die Umwandlung der Schlammalluvien.

In Schilfsümpfen bilden sich Schlamme, die der Hauptsache nach aus Pflanzenresten nebst abgeschiedenem Kalk, Kieselsäure und Eisen, sowie eingewehtem Sand und Staub bestehen. Diese Schlammschicht wird, wie im Kapitel XXVII ausführlich beschrieben wurde, durch Winderosion unter Beihülfe der Herdentiere fast völlig ausgeführt, so daß eine Hohlform entsteht, der Rest aber mit dem liegenden Sand durch zoogene Bodendurchmischung und zoogene Windsaigerung in einen grauen humosen Sand verwandelt. Diese grauen Sande sind in den Sandfeldern die Vleysande, die ja stets in Niederungen Ebenen bilden. Das waren die ehemaligen Seen und Sümpfe der Pluvialzeit.

2) Die Entstehung der roten Sande.

Sind die grauen Sande auf die schlammbedeckten Niederungen der Sumpfländer zurückzuführen, so müssen die Anhäufungen der Flußsande zu Inseln und Wällen an den Flußbetten dem roten Kalaharisand entsprechen. Demnach müssen die Sande bestimmte Umwandlungen erlitten haben.

a) Die rote Farbe des Kalaharisandes beruht auf der Oxydation des Eisens. Die Quarzkörner sind, wie man bei Vergrößerung erkennen kann, mit rostigen Flecken bedeckt. Der Prozentgehalt des Eisens ist dabei sehr gering. Die Oxydation erfolgt an der Luft durch Sauerstoffaufnahme, und dabei wird zugleich der größte Gegner dieses Prozesses zerstört, die organischen Substanzen. Bei diesem Prozeß, der die Rotfärbung der Sande herbeiführte, müssen die Bodentiere in hervorragendem Maße beteiligt gewesen sein. Denn sie durchwühlen den Sand und schaffen große Mengen an die Oberfläche. An der Luft, in der Sonne wird die organische Substanz sehr energisch zerstört durch Bakterien und Eintrocknen und außerdem durch den Wind mechanisch entfernt. Ferner führt die Tätigkeit der wühlenden Tiere zu einer ausgiebigen Erneuerung der Bodenluft und des Sauerstoffs. Mit dieser Auffassung stimmt die Beobachtung überein, daß die Rotfärbung nur bis zu ca. 5 m Tiefe herabgeht, und wir hatten aus anderen Gründen geschlossen, daß auch die Bodentiere etwa bis in diese Tiefe dringen.

Daß der rote Kalaharisand tatsächlich nichts anderes als geröteter Flußsand ist, beweisen ferner die Vorkommen weißen Sandes im Bereich stehenden Wassers, z. B. in Vleys. Dieser weiße Sand ist vom Flußsand des Ngamigebiets nicht zu unterscheiden.

Wie bereits erwähnt, scheinen die Sande der nördlichen Kalahari sich dem ursprünglichen Zustand am meisten zu nähern. Denn sie sind den Berichten der Reisenden nach zu urteilen oft weiß und schon im ²Kungfeld fiel mir die helle Farbe der Sande auf, die sich der der Flußsande näherte.

b) Die Schichtung der Sande, falls eine solche früher bestanden hat, ist durch die zoogene Bodendurchmischung und die tiefgehenden Wurzeln der Bäume in den obersten Partien zerstört worden.

c) Der Kalkgehalt der Flußsande wird durch die Niederschläge sehr bald aus den oberflächlichen Schichten entfernt und in der Tiefe in Form von Lößmännchen abgelagert. Die heutigen Flußsande sind bereits oberflächlich kalkfrei. Auch im Kalaharisand waren solche Lößmännchen in den Schächten, die im Kwebegebiet angelegt wurden, vorhanden.

d) Der Kalaharisand ist fest, die Flußsande locker. Demnach muß

eine Verfestigung der Flußsande eintreten. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die zoogene Umlagerung der Sande bei diesem Vorgang eine Rolle spielt. Bekanntlich ist Dünensand, der ja durch Wind aufgeschüttet wird, häufig fest. Nun wird aber der Kalaharisand oberflächlich durch den Wind mit Hülfe der von den Tieren heraufgeschafften Sande umgelagert, und es ist gleichgiltig, ob ein Sand wenige Meter oder viele Kilometer vom Wind verschoben wird. Tatsächlich ist ja auch die Sandhaut bereits sehr fest.

Ferner dürfte bei der Verfestigung der Sande das Wurzelwerk der Vegetation eine große Rolle spielen.

Es gibt nun auch Ausnahmen von der Regel, daß der Kalaharisand fest sei. Im Bereich der [1]Kaiwälder, die meist kein Unterholz besitzen, sind die Sande einmal meist gelblich und nicht rötlich gefärbt, sodann aber lose, so daß der Marsch recht beschwerlich wird. Worauf diese Erscheinung beruht, kann ich nicht sagen. Ich habe keine Erklärung finden können.

Ferner dürfte die Festigkeit des Sandes im allgemeinen nach Norden hin abnehmen. Ich glaubte im [2]Kungfeld bereits die Beobachtung machen zu können, daß in der Region der zahlreichen Flußarme, in der das Sandfeld in anscheinend relativ junger Zeit vom Wasser verlassen worden ist, der Sand erheblich lockerer liegt, obwohl die Vegetation gewiß üppig genug ist. In der nördlichen Kalahari aber sprechen die Reisenden vielfach von weißem, lockerem Sand. Also auch bezüglich der Konsistenz, wie der Färbung nähert sich dort der Sand anscheinend den Flußsanden.

3) Die Zerstörung der Flußbetten.

Hand in Hand mit der Umwandlung der Alluvien erfolgt die Zerstörung der Flußbetten. Durch Regen werden die Böschungen verwaschen, Vertiefungen ausgefüllt. Lose, durch den Wind verschobene Sandmassen, die von den Hügeln und Wällen stammen, dämmen sie ab, trennen sie in einzelne unregelmäßige Vertiefungen. So verschwindet schließlich Form und Charakter völlig, und ein System unregelmäßiger Vertiefungen mit grauem Sandboden bleibt zurück, in dem man nur noch hier und dort den alten Charakter wiederzuerkennen imstande ist.

4) Die Umwandlung der Dünenformen.

Ein Teil der Sande wurde höchstwahrscheinlich als Flugsand verbreitet, und es ist wohl denkbar, daß ihre Oberfläche einst Formen aufgewiesen hat, wie sie in vegetationslosen Flugsandgebieten üblich sind, d. h. Bogendünen, unregelmäßige Kämme, tiefe Furchen und Trichter.

Solche Formen findet man heutzutage nirgends, es ist aber doch möglich, daß manche der unruhigen welligen Sandgebiete mit ganz unregelmäßigen Einsenkungen, wie das Sandfeld zwischen Kwebe und dem Hainafeld, das Mahurafeld, Strecken zwischen Olifantsklóof und Habakobis und auf dem [2]Oasplateau, wo die Sandpfannen mit Gesteinsboden so häufige Erscheinungen sind, auf derartige alte Dünenfelder zurückgeführt werden müssen, die in der hypothetischen Interpluvialzeit entstanden wären. Durch nachträgliche Abtragung der Dünenkämme und Ausfüllung solcher Vertiefungen durch Wind und Regen hätten solche unruhige, flachwellige Sandfelder zustandekommen können.

5) Der Decksand.

Über den Gesteinsfeldern und in ihrem Übergang zu den Sandfeldern finden wir einen Sand, der mit den Gesteinsbrocken und Verwitterungsprodukten des Untergrundes erfüllt ist. Er verdankt, wie wir sahen, seine Entstehung der durchmischenden Tätigkeit der Bodentiere, besonders der Ameisen und Termiten, und seine Entstehung muß in die Periode der Austrocknung nach Ablagerung des Kalaharisandes fallen, resp. sie erfolgt jetzt noch.

VI. Die Entstehung der verschiedenartigen Pfannen.

Von großer praktischer Bedeutung als Wasserplätze sind einige Arten von Hohlformen, die z. T. von recht verschiedenartigem Charakter und Ursprung sind. Rein äußerlich kann man sie einteilen

1) in einfache Sandpfannen — Vleys — flache Schalen mit humosem Boden im Kalaharisand, ohne Gesteinsboden, ohne Gesteinsumrandung. Sie finden sich vorzüglich in den alten Flußbetten und den Niederungen mit Vleysand, aber auch im roten Sand.

2) Sandpfannen mit Gesteinsuntergrund — flache Trichter, die den Sand bis auf den Untergrund durchsetzen. Letzterer kann aus festem Gestein bestehen, z. B. auf dem ²Oasplateau und zwischen ²Oas und Rietfontein, oder auch aus Salzmergel — Schadum und ²Kaudum.

3) Brackpfannen — Hohlräume von rundlicher und ovaler Form, die in den mürben Kalksandstein eingesenkt sind und oft mehrere Kilometer Durchmesser haben. Sie sind nicht prinzipiell verschieden von den Salzpfannen, die manchmal, wie z. B. die Etosa, genau den gleichen Bau wie die Brackpfannen haben und auch nicht immer tiefer sind. Nur die Größe ist erheblich bedeutender. Der Boden der Brackpfannen ist der mürbe, tuffige, salzhaltige Kalksandstein, oberflächlich verändert.

4) Kalkpfannen sind die Pfannen mit weicher Kalktuffablagerung, die von hartem Sinterkalk umgeben werden und häufig innerhalb eines Kessels von Grundgestein liegen. Indem eine harte Oberflächenbank über dem weichen Kalktuff liegt, nehmen diese Kalkpfannen zuweilen den Charakter einfacher Kalkschalen an, während sie in Brackpfannen übergehen, wenn der Kalktuff sehr sandig ist, die Beschaffenheit von Kalksandstein annimmt und eine ebene Fläche bildet. In vielen Fällen ist aber der Kalktuff durch zoogene Erosion völlig zerstört worden — Pfannensandstein.

5) Gesteinskessel entstehen aus Kalkpfannen, indem das Grundgestein gegenüber dem Kalk in den Vordergrund tritt. Letzterer stellt nur noch lokale Ablagerungen innerhalb des Gesteinsbeckens vor — Kwachara ³nei — oder er ist ein mürber tuffiger Kalksandstein mit völlig horizontaler Fläche auf dem Boden des Kessels — z. B. in der Massarinyani-Vley u. a.

Alle diese verschiedenartigen Hohlformen gehen ineinander über, und man könnte eine kontinuierliche Reihe von Übergängen von einer einfachen Sandpfanne zu einem Gesteinskessel zusammenstellen. Darans folgt nun keineswegs, daß alle diese Gebilde die gleiche Entstehungsgeschichte haben, vielmehr ist diese z. T. ganz verschiedenartig. Da aber häufig doch zu allerletzt dieselben Kräfte an ihrer Ausgestaltung mitgewirkt haben, so sind sie oberflächlich einander ähnlich geworden. Ich glaube, daß bei der Ausbildung der verschiedenen Pfannen sechs verschiedene Momente mitgewirkt haben.

1) Die Oberflächenformen des Grundgesteins.
2) Die Salzpfannen der beiden Kalkperioden.
3) Wassererosion.
4) Ungleichmäßige Ablagerung der Sande.
5) Winderosion.
6) Zoogene Erosion.

1) Die Oberflächenformen des Grundgesteins.

Die Mulden und Kessel des Grundgesteins sind in sehr vielen Fällen die Ursache für die Entstehung der Kalkpfannen, so z. B. im Chansefeld. Für die Brackpfannen der Sandfelder ist das nicht nachweisbar. Inwieweit sie zu der Entstehung von großen Salzpfannen des Makarrikarribeckens Veranlassung gegeben haben könnten, ist gleichfalls nicht bekannt.

Daß auch manche der Sandpfannen über Vertiefungen des Grundgesteins liegen, zeigt das Beispiel von Chalu Chaln.

2) Die Salzpfannen der beiden Kalkperioden.

Um die Brack- und Salzpfannen zu erklären, hatten wir am Ende einer jeden der beiden Kalkperioden die Ausbildung zahlreicher Salzpfannen angenommen. In Vertiefungen der ungleichmäßig abgelagerten Alluvien sammelten sich die verdunstenden Gewässer mit hohem Salzgehalt an und bildeten Salzseen mit Salzablagerungen, während der umgebende Seeboden erhärtete. Während der Pluvialzeit nun wurden das Salz und die salzreichen Alluvien anfgelöst, resp. ausgewaschen und in den Hohlräumen entstanden Seen, soweit sie nicht von Sanden völlig verschüttet wurden. So entstanden die Becken der heutigen Brackpfannen. Sie liegen ja stets in Gebieten, die nicht übermäßig von Sanden überschüttet wurden, also besonders in den Grasebenen über Kalkboden.

3) Die Wassererosien.

Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß viele der Sandpfannen, vor allem solche, die in Flußbetten gelegen sind, ursprünglich Wasserkolke waren. Wir haben sie ja in den heutigen Flußbetten, so besonders im Ngamifluß, aufs schönste entwickelt gefunden. So entstanden Teiche, die auch während der Trockenzeit sich hielten und in denen sich ein Sediment aus Sand, Staub und vor allem Pflanzenschlamm ablagern konnte.

4) Ungleichmäßige Ablagerung der Sande.

Infolge verschieden starker Strömungsgeschwindigkeit erfolgt ungleichmäßige Ablagerung der Sande. Die Kolkbildung gehört im Grunde genommen hierher. In dem verlassenen Tauchesumpfland, in dem Bett des ²Kaudum und Schadum finden sich ferner häufig Stellen mit so wenig Sediment, daß der liegende Salzmergel zutage trat. Solche Stellen werden dazu neigen, sich mit Wasser dauernd zu füllen, während eine üppige Schilfvegetation einen undurchdringlichen Wall bildet. Man konnte von den Uferhöhen aus derartige von Schilfmauern umgebene Teiche zahlreich beobachten. Solche Schilfmauern nun müssen als Sedimentfänger wirken und den Sand abhalten. Dieser häuft sich also rings um die Teiche an, und so entstehen Sandpfannen mit Salzmergel-, resp. Gesteinsboden.

Selbst die großen Felskessel, wie Massarinyani-Vley, ²Kwachara³nei, ¹Gautscha, ²Dobe, ²Garu u. a., mögen das Freibleiben von Sand wesentlich einem früheren dichten Schilfwall verdanken, der den von Wasser oder Wind transportierten Sand abhielt und rings um die freibleibenden Kessel anhäufte, allein es dürfte noch ein anderes Moment mitgespielt haben, das wir jetzt betrachten wollen.

5) Winderosion.

Diese hat wohl in verschiedenartiger Weise zu der Entstehung von Hohlformen geführt. Bekanntlich wühlt der Wind in Dünengebieten tiefe Trichter aus, selbst bis auf das Grundgestein. Das beschreibt z. B. *Zittel* aus der Sahara, *Hedin* aus den asiatischen Wüsten. Man wird also a priori die Möglichkeit zugeben müssen, daß manche Sandpfannen, vor allem solche mit Gesteinsboden, derartige Trichter sind. Schwierig ist dann nur die Beantwortung der Frage, warum der Felsboden bis heute sandfrei blieb. Darauf kann man antworten, einmal, daß vielleicht nur noch in wenigen solcher Trichter bis zum heutigen Tage der Felsboden zum Verschein kommt, vielmehr die meisten versandet sind und manche der flachen Sandschalen die Reste einst tieferer Windkessel sind. Andererseits aber ist es auch denkbar, daß die Windkolke, indem sie sich später mit Wasser füllten und daher von dichter Vegetation beschirmt wurden, ihre

Form bewahrten. Dann muß man aber auch annehmen, daß die den Boden bedeckenden, hauptsächlich aus Pflanzenschlamm bestehenden Alluvien solcher Teiche später, nach der Trockenlegung, durch zoogene Winderosion entfernt wurden. War aber einmal der alte Felsboden wieder bloßgelegt, so konnte er sich bei den heutigen Verhältnissen, nämlich der dichten Vegetation und dem langsamen Vorschieben des Sandes, das fast ausschließlich in dem von den Bodentieren gelieferten Sand besteht, von Sand freihalten. Denn aller auf eine kahle Felsfläche geratende Sand wird auch vom Wind prompt herübergefegt und gelangt zum andern Abhang.

Sehr bedeutend ist die Windwirkung bei den hauptsächlich aus Pflanzenschlamm bestehenden Ablagerungen der Sümpfe. Ich glaube, daß solcher Schlammboden einst die Vertiefungen der Brackpfannen, Salzpfannen, Gesteinskessel, Kalkpfannen ganz oder teilweise erfüllt habe und daß erst infolge seiner nachträglichen Entfernung durch den Wind die heutige Tiefe der Kessel u. s. w. erzielt wurde.

Die Matanyaebene ist ein ausgezeichnetes Beispiel einer noch mit Schlammalluvium erfüllten Brackpfanne, das schnell der Zerstörung erliegt. Im Makarrikarribecken dürfte man Ähnliches jetzt noch beobachten können.

So, möchte ich glauben, sind die sandfreien Niederungen der Kalkpfannen sowie viele Vertiefungen mit Vleysand im Kalaharisand zu erklären.

6) Zoogene Erosion.

Die Herdentiere wirken, resp. haben in doppelter Weise gewirkt. Auf dem alluvialen Schlammboden üben die Hufe eine sehr starke zerstäubende Wirkung aus, namentlich wenn sie von den den Boden durchwühlenden Tieren, wie Erdeichhörnchen, Mäusen, Termiten, Ameisen u. a. unterstützt werden. Sie wirken indes nur indirekt insofern, als sie dem Wind Material liefern, und diesen Vorgang kann man daher eine indirekte zoogene Erosion nennen. Durch dieselbe wurden, wie wir soeben gesehen haben, anscheinend bedeutende Hohlformen geschaffen. So wird wohl auch der Ngami mit seinem Beckenschlamm schließlich in ein Becken umgewandelt werden.

Diese indirekte zoogene Erosion ist insofern keine zufällige Erscheinung, als sowohl die Bodentiere, wie die Herdentiere durch verschiedene Umstände — Reichtum an Gras, Melonen, Wurzeln, Knollen — veranlaßt werden, die alluvialen Schlammflächen vor allen andern Gegenden zu bevorzugen.

Direkte zoogene Erosion kann man diejenige Erosion nennen, bei der die Tiere selbst Substanz ausführen. Bei der Darstellung der Kalkpfannen haben wir gesehen, wie die Herdentiere durch Trinken, Baden und Rollen im Schlamm große Quantitäten von Schlamm ausführen. Einzelne Tierarten, wie Rhinocerosse, Elefanten, Büffel, Wildschweine sichlen sich mit Vorliebe. Die Elefanten graben sich sogar tiefe Löcher als Badewannen.

Auf diese Weise sind die Kalktuffkrater, die Pfannensandsteinflächen entstanden. Aber auch die Sandpfannen in verschiedenen Formen, mit Sand-, Kalk- und Gesteinsboden verdanken ihre Form, Erhaltung und Vertiefung z. T. wohl sicher der direkten zoogenen Erosion. Haben auch Wind und Wasser ursprünglich Kolke geschaffen, hat der Sand über primären Vertiefungen des Grundgesteins flache Schüsseln gebildet, die Tiere haben nichtsdestoweniger an der Ausbildung der heutigen Vleys großen Anteil gehabt.

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, daß die Stellen, an denen im ²Kungfeld und im Tauchegebiet Salzmergel zutage tritt, wo also Salz ausblüht, ferner die Sandpfannen mit Quellwasser und Salzmergelboden vielleicht den ursprünglichen Zustand der Kalkpfannen repräsentieren. Es ist sehr wohl denkbar, daß sich die Tiere, angelockt durch das Salz und das Wasser, bei negativer Klimaänderung in den Sand- und Kalkboden einzuwühlen begannen

und daß so unter Entfernung des Sandes und Erhärten des austrocknenden Kalktuffs die Kalkpfannen entstanden. Auffallend ist es jedenfalls, daß diese für die mittlere und südliche Kalahari so charakteristischen Gebilde verschwinden, sobald man in den wasserreicheren Norden kommt. Ovamboland, ²Kung- und Madenassafeld haben keine Kalkpfannen mehr, und aus der ganzen nördlichen Kalahari ist auch nicht eine einzige bekannt. Dort ist vielmehr die Region der Vleys mit Quellwasser, die ja auch ganz wesentlich unter dem Einfluß der zoogenen Erosion entstanden sein dürfte.

Müssen viele und wichtige Fragen auch unbeantwortet bleiben, sind manche Erklärungen, die versucht wurden, auch recht anfechtbar, sind auch noch so manche interessante Überraschungen zu erwarten, so dürften unsere bisherigen Kenntnisse doch ausreichen, um zu erkennen, daß eine regenreiche Periode in dem südafrikanischen Becken bestanden hat und daß eine Wasserabnahme bis in die jüngste Zeit stattgefunden hat. Die Austrocknung ist gesetzmäßig von Süden nach Norden fortgeschritten und anscheinend noch lange nicht zum Abschluß gelangt.

VII. Die Pluvialzeit außerhalb der Kalahari.

Die Anzeichen größeren Wasserreichtums sind nun nicht nur auf die Kalahari beschränkt. Der Kurumandistrikt war einst von Flüssen durchschnitten, deren Quellbäche *Stow* als scharf ausgeprägte Betten in Westgrikwaland fand. Der Oranje und Vaal hatten früher sehr viel mehr Wasser und sind jetzt in ihre eignen Alluvien eingeschnitten, der Vaal z. B. in die mächtigen Schotterlager, die auf Diamanten abgebaut werden. Auch am unteren Oranje gewann *Pfeil*[4]) den Eindruck, daß der Fluß früher viel wasserreicher gewesen sei. Der Mariko und Limpopo haben ein Überschwemmungsgebiet an ihren Ufern, das heutzutage nicht mehr ausgefüllt wird, und an einer Stelle fanden sich auch die Reste einer alten zerstörten Schotterablagerung.[5])

Wir finden in der Literatur sehr wenig positive Angaben über den ehemals größeren Wasserreichtum der Flüsse. Gerade in der Tropenzone, wo die Flüsse so wechselnde Wassermassen führen und wo alte lose Flußablagerungen so schnell durch die reißenden Regen zerstört werden können, ist es oft Zufall, wenn zweifellose Anzeichen höheren Wasserstandes in früherer Zeit erhalten sind. Die Flußbetten des Matabelelandes, die ich gesehen habe, wie Ssende, Maklautsi, Schaschi, Tati, haben alle auffallend breite sandige Betten, die selbst durch die heutigen Hochfluten kaum erklärt werden können.

Ähnlich dürfte es im Nama- und Damaraland sein. Sollten diese breiten, so scharf geschnittenen und viel verzweigten Flußsysteme, wie das des Fischflusses, Kuisib, Swakop u. a. nicht auch einer Zeit stärkerer Niederschläge ihr Dasein verdanken, sollten nicht auch an ihnen hoch über dem heutigen höchsten Wasserstande alte Schotter zu finden sein, wie am ǂNossob bei Gohabis?

Sehr viel besser sind wir über die Ausdehnung der Seen orientiert, die durch Strandlinien und Sedimente auf große Ausdehnung hin höheren Wasserstand verraten.

Für alle großen ostafrikanischen Seen ist ein früherer Hochstand nachgewiesen worden. Viele Seen sind gänzlich verschwunden, und nur ihre Sedimente verraten ihre frühere Existenz. Während *Bornhardt* die Mikindanischichten für Meeresablagerungen hält, sind *Werth* und *Dantz* zu der Überzeugung gelangt, daß sie fluviatilen Ursprungs seien. Welche gewaltigen Niederschläge müssen damals, in der Pluvialzeit, in Ostafrika gefallen sein! Die stärkere Vergletscherung des Kilimandjaro hat zuerst *Hans Meyer* nachgewiesen, und am Kenia und Runssoro ist dieselbe jetzt gleichfalls festgestellt worden.

Ein gewaltiger Süßwassersee erfüllte das Kongobecken. Der Tsade war

einst viel ausgedehnter, und aus der Pluvialzeit stammten wohl auch die Seen, die einst die Senkungen von Bodolo und Egei erfüllten. Das Niltal war ein Sumpfland und die Wadis der arabischen Wüste reißende Ströme, die mächtige Schotterlager absetzten. Ein großer Süßwassersee bedeckte die Niederung zwischen dem Hochland von Asgar und dem Atlas, sowie die Hochebenen zwischen den Atlasketten. Die Schotts sind die letzten Überbleibsel aus jener Zeit. Schließlich hat *Fischer* für Marokko die Pluvialzeit ebenfalls festgestellt.

Wir dürfen also mit Bestimmtheit annehmen, daß ganz Afrika eine Pluvialzeit durchgemacht hat, und zwar zu einer Zeit, die der Hauptsache nach mit der diluvialen Eiszeit zusammenfiel, in der in den polaren und gemäßigten Zonen Inlandeis große Gebiete bedeckte. Wir wissen auch, daß diese Pluvialzeit keineswegs auf Afrika beschränkt war, vielmehr in der ganzen Tropenzone, besonders in Australien und Südamerika, ihre Spuren hinterlassen hat.

Ihre Ursachen sind nicht bekannt, jedenfalls aber unabhängig von lokalen terrestrischen Ereignissen, wie Änderungen in der Verteilung von Land und Wasser, Aufsteigen von Gebirgen und Niedersinken von Landmassen, von warmen und kalten Meeresströmungen und ihren klimatischen Begleiterscheinungen. Sie mögen „kosmischen Ursprungs“ sein, wie *Hans Meyer* sich ausdrückt, d. h. außerhalb unseres Erdballs liegen, oder sie mögen von dem Kohlensäuregehalt der Atmosphäre oder sonstigen allgemeinen Veränderungen im Bereich der Erdkugel abstammen, sie liegen in jedem Fall außerhalb des uns hier interessierenden Kontinents und sollen daher nicht weiter erörtert werden. Dagegen ist es zweckmäßig, den Verlauf der Pluvialzeit in den verschiedenen Regionen Afrikas untereinander zu vergleichen, da man dadurch vielleicht zu gewissen Gesichtspunkten von allgemeinerem Interesse gelangen kann bezüglich des Themas: die Austrocknung Afrikas.

VIII. Die Austrocknung Afrikas.

Das erste Problem, das uns entgegentrat und das wir auf allen unseren Wanderungen durch die Kalahari nicht aus dem Auge verloren haben, war das der Austrocknung Südafrikas. Wir haben gesehen, daß einst ein noch trockeneres Klima als heutzutage herrschte, daß dasselbe unter wiederholten Schwankungen von einer Periode starker Niederschläge abgelöst wurde, dann aber wieder eine Abnahme derselben erfolgte, ein Trockenerwerden des Klimas. Das ist ein Verlauf durchaus parallel dem der Eiszeit in den nördlichen gemäßigten Breiten. Vor derselben ein warmes Klima im Miocän, im Pliocän im wesentlichen die heutigen klimatischen Verhältnisse, dann eine Vereisung mit Schwankungen und schließlich Rückkehr zu dem früheren Klima.

Während aber in unseren Breiten der Prozeß der Klimaänderung anscheinend seit langem abgelaufen und ein relativ stabiler Zustand erreicht worden ist, scheint in Afrika noch kein Stillstand eingetreten zu sein. Denn nicht nur in Südafrika, sondern auch in dem tropischen Gürtel ist eine Abnahme des Wasservorrats im allgemeinen festzustellen, und zwar seit verhältnismäßig neuer Zeit, eine Abnahme der Seen besonders, trotz mannigfacher Schwankungen in positivem Sinne. Es wäre sehr interessant, käme man zu bestimmteren Anschauungen über den Prozeß der Austrocknung, der seit der Pluvialzeit sicher, seit historischen Zeiten wahrscheinlich stattgefunden hat. Läßt sich irgendwelche Gesetzmäßigkeit erkennen?

Wir wollen drei Gebiete vergleichen, die Kalahari, das Kongobecken und die Sahara. Alle drei haben die Pluvialzeit hinter sich, alle drei sind seitdem sicher trockener geworden, allein folgende Unterschiede sind festzustellen.

Das Kongobecken wird jetzt noch durch bedeutende Niederschlagsmengen erfreut, obwohl seine Seen im Rückgang begriffen sind. In der Kala-

hari ist der größte Teil der ehemaligen Seen und Flußläufe bereits trockengelegt, und der Rest hat in dem mittleren Gebiet seit 70 Jahren an Umfang wesentlich verloren. In der Sahara dagegen scheint seit längerer Zeit ein Stillstand zu bestehen, und wenn wir von dem vielleicht in historischen Zeiten eingetretenen Verschwinden der Landseen von Egei und Bodele absehen, sowie von dem zweifellosen Rückgang des Bahr-el-Ghasal, so fehlen sichere Anzeichen einer Klimaänderung in historischer Zeit. Läßt sich hierfür eine Erklärung finden?

Zweifellos sind unsere meteorologischen Kenntnisse jener Gegenden mehr als lückenhaft. Noch übler ist es mit direkten Beobachtungen über klimatische Veränderungen in jüngster Zeit bestellt. Von einer befriedigenden Lösung des Problems kann also wohl keine Rede sein. Vielleicht lassen sich aber doch einige Gesichtspunkte finden, dasselbe schärfer zu fassen.

Betrachten wir zunächst das Kongobecken.

An der Westküste nehmen die Niederschläge von Süden nach Norden zu.[6]) Bei Mossamedes tritt eines der regenärmsten Gebiete der Erde an die Küste heran. Loanda hat 320 mm, Banana 503 mm, Ponta da Lenha 577 mm, Tschintschotscho 1082 mm, Gabun 2272 mm, Batanga 4132 mm, Kamerun 4156 mm, Debundja 9374 mm. Sogar über 14 000 mm wurden an letzterem Platz im Jahre 1902 beobachtet.[7]) Die starke Steigerung beginnt also nördlich des Kongo.

Eine Zunahme der Niederschläge ist ferner festzustellen, wenn man von der Küste ins Kongobecken eindringt. Banana 503 mm, Vivi 1041 mm, Stanley Pool 1502 mm, Bolobo 1600 mm. Luluaburg, obwohl in dem trockeneren Süden gelegen, hat doch 1471 mm.

Direkte Stationsbeobachtungen aus dem Inneren stehen zunächst nicht mehr zur Verfügung. Indes läßt sich die weitere Steigerung der Niederschläge doch erkennen. Haben wir im Küstengebiet einen ausgesprochenen Wechsel zwischen Trockenzeit und Regenzeit, so kommen wir, je mehr wir ins Becken nach N.O. vordringen, immer mehr in Regionen, in denen die Unterschiede verwischt sind und Regen in jedem Monat erwartet werden müssen. Die Bewölkung im Kongobecken soll sehr intensiv sein und nach dem Inneren zunehmen. Bedeckter Himmel wird zur Regel, blauer Himmel zur Ausnahme, je weiter man nach Nordosten kommt.

Noch wichtiger ist die Beschaffenheit der Vegetation. An der Küste und auf dem Küstengebirge dominiert völlig die Savanne, erst im französischen Kongo beginnt Wald. Mag auch der Mensch an der Entwaldung schuld sein, so ist doch gerade der Umstand, daß ihm die Entwaldung am Kongo gelang, weiter nördlich aber noch nicht gelungen ist, ein Beweis für die geringere Entwicklung und Widerstandsfähigkeit des ursprünglichen Waldes in jenem Gebiet, also für geringere Niederschläge.

Mit dem Erreichen des Beckens bessert sich die Vegetation beständig. In dem doch relativ trockenen südlichen Kongobecken hat die Wißmannsche Kassai-Expedition auf ihrem Marsch nach Osten eine dauernde Zunahme des Urwalds und eine Abnahme der Grassavanne festgestellt und die verschiedenen Vegetationsformationen prozentuarisch zu berechnen versucht. Bekannt ist die gewaltige Zunahme des Waldes im östlichen Kongobecken, der sich auf dem ansteigenden Gehänge des Westrandes des „zentralafrikanischen Grabens" zu einem geschlossenen Urwald verdichtet.

Verlassen wir das Kongobecken und betreten wir das Nilgebiet, so macht die Vegetation die entgegengesetzte Wandlung durch. Auf den Wald des Niamniamlandes folgen die Savannen im Becken des Weißen Nil, dann die Steppen von Kordofan und Sennar, und schließlich der Übergang zur Wüste. Eine Steigerung tritt nur noch einmal ein, am Westrand des abessinischen Hochlandes, das von S.W. her seine Hauptregenmenge erhält.

Auch in Uganda kommt die Feuchtigkeit vorwiegend nicht vom indischen Ozean, sondern aus dem Kongobecken. Das zeigt die höchst instruktive Karte von *Johnston*[8].) Sie ist natürlich nicht zahlenmäßig richtig, aber die üppigere Entwicklung der Vegetation auf den Westgehängen der hohen Berge, besonders des Elgon, beweist doch deutlich, daß die Niederschläge hauptsächlich von Westen kommen müssen.

Wie sind diese Verhältnisse zu erklären?

Die Zunahme der Niederschläge nach dem Innern zeigt, daß die Feuchtigkeit nicht vom Meere stammt, sondern aus dem Kongobecken selbst, und die Ansicht von *Wojeikoff*, *Supan* und *Brückner* über die Herkunft des Regens in kontinentalen Gegenden wird für dieses Gebiet durchaus bestätigt. Wenden wir die *Supan*sche Formel*) an $K(M+L)=R$, so ist die Landfeuchtigkeit L im Kongobecken sehr viel größer als die Meeresfeuchtigkeit M.

Nun kommt eine wichtige Frage, von deren Beantwortung alles weitere abhängt. Bietet die von dem Ozean zugeführte Luft einen vollen Ersatz für die verlorengehende?

Wir sind noch weit davon entfernt, auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit die Menge Feuchtigkeit beurteilen zu können, die die Südwestwinde, die ja ziemlich konstant wehen, aus dem atlantischen Ozean zuführen. Da das Randgebirge immerhin im allgemeinen 800—1000 m hoch ist und südlich des Kongo die Vegetation trotzdem einen ausgesprochen xerophilen Charakter hat, da ferner gerade die südlich des Kongo die Küste treffenden, relativ trockenen Winde mindestens zwei Drittel des Beckens überwehen, so möchte ich glauben, daß die zugeführte Feuchtigkeit ein verhältnismäßig geringes Maß erreicht.

Sehr bedeutend dürfte dagegen die Ausfuhr sein. Diese setzt sich aus zwei Größen zusammen, einmal aus der Wasserausfuhr durch den Kongo, und zweitens aus der durch die Winde, die in das Schari- und Nilgebiet herüberwehen.

Von der ersten Größe können wir uns annähernd ein Bild machen. Am Stanley Pool soll der Kongo nach *Stanley*[9]) bei Hochstand per Sekunde 71642 cbm vorbeiführen, bei Tiefstand 40776 cbm, nahe der Mündung aber nach *Tuckey* 48000 cbm.**) Andere Berechnungen wechseln zwischen 36000 und 55000 cbm.[10]) Nehmen wir 50000 cbm als Mittel an, so trägt er jährlich 1576800 Mill. cbm davon.

Was bedeutet diese Zahl?

Von Benguella bis Kamerun ist die Küste ca. 2000 km lang, die Entfernung von der Kongomündung bis zum Stanley Pool beträgt 400 km. Ein Streif von 2000 km Länge zwischen Benguella und Kamerun — also die Strecke, auf der S.W.-Wind in das Kongobecken hineinweht — und von 400 km Breite hat einen Inhalt von 800000 Mill. qm. Die vom Kongo gelieferte Wassermenge bedeckt in 1 m Höhe einen Raum von 1576800 Mill. qm, würde also als Niederschlag, auf den genannten Streif verteilt, eine Regenmenge von nahezu 2 m Höhe jährlich liefern. Diese Wassermenge müßte der Wind, außer dem im Randgebirge fallenden Regen, jährlich aus dem Ozean in das Kongobecken führen, um den durch den Kongo verursachten Verlust zu ersetzen.

Das ist aber nicht der einzige Verlust, der zu decken wäre. Der größte Teil des Regens, der in dem Dreieck Tsade, Abessinien, Uganda fällt, stammt wahrscheinlich aus dem Kongobecken und nicht vom atlantischen Ozean. Die Sahara liefert wenig oder nichts, die Winterregen an den Küsten des Roten Meeres werden von den Gebirgen aufgefangen, und auch die Sommerregen vom indischen Ozean her erschöpfen sich in den gebirgigen Hochländern Ostafrikas und

*) L = Landfeuchtigkeit; M = Meeresfeuchtigkeit; K = Kondensationsbedingungen; R = Regen.

**) *Droogmans* schätzt die bei Bulabamba oberhalb Boma vorbeifließende Wassermasse auf 1000000 cbm. (Notices sur le Bas Congo. Bruxelles 1901, S. 3.) Ich wage nicht, diese Zahl zu benutzen.

der Gallaländer. Die Hauptregenmenge kommt also aus dem Kongobecken, und das muß eine bedeutende Quantität sein. Diese auch nur annähernd zu berechnen sind wir nicht imstande. Denn selbstverständlich stammt nicht der ganze Regen eines jeden Jahres aus dem Kongobecken, vielmehr der größte Teil aus dem Lande selbst. Sicherlich bringen ferner in der Trockenheit nördliche Winde gewisse Mengen Feuchtigkeit wieder zurück, aber ebenso sicher ist es, daß bedeutende Wassermassen jährlich durch den Nil dauernd entfernt werden, die nur vom Kongo her ersetzt werden können. Außerdem dürfte freilich sehr viel Wasserdampf in die Sahara gelangen und mit den Antieyelonen entfernt werden.

Nehmen wir nun an, daß die vom Kongo jährlich kommende Feuchtigkeit ungefähr der Ausfuhr durch den Nil bei Khartum entspräche, so wäre der Wert — die alten Bestimmungen *Linant de Bellefonds*[11]) als annähernd richtig vorausgesetzt — für den Weißen Nil 45 878 Mill. cbm, für den Blauen 51 166 Mill. cbm. Dabei ist angenommen worden, daß die Flutzeit je drei, die Ebbezeit je neun Monate betrüge. Die Summe 97 044 Mill. cbm käme also zu der vom Kongo ausgeführten Wassermenge hinzu. Demnach betrüge der gesamte jährliche Verlust des Kongobeckens, der vom atlantischen Ozean her zu ersetzen wäre, 1 673 844 Mill. cbm.

Gewiß wird niemand diesem Versuch, sich eine Vorstellung über die in Frage kommenden Wassermengen zu machen, mehr Wert beilegen, als er verdient. Die Grundlagen sind zu unsicher, als daß die Zahlen auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit das Richtige treffen könnten. Indes haben sie vielleicht eine gewisse Bedeutung als Minimalwerte. Denn mehrere wichtige Faktoren, z. B. die gewiß sehr bedeutenden Feuchtigkeitsmengen, die über die nordäquatoriale Wasserscheide hinweg ins Scharibecken und nach Wadai u. s. w. gelangen dürften, sind ganz vernachlässigt und lediglich die Wassermasse berechnet worden, die die beiden Ströme Nil und Kongo dem in Frage kommenden Gebiet entführen dürften. Diese Wassermasse ist aber doch so bedeutend, daß man allerdings, wie ich glaube, mit der Möglichkeit rechnen darf, daß der Ersatz nicht vollständig ist. Ist das der Fall, dann muß die im Kongobecken enthaltene Feuchtigkeitsmenge beständig verringert werden und eine Abnahme der Seen und Flüsse im Laufe der Zeit eintreten. Letztere ist seit der Pluvialzeit festgestellt worden. Zahlreiche Seen, die an ihren Sedimenten noch erkennbar sind, sind total verschwunden, und andere, wie der Moero, Bangweolo u. a. sind anscheinend jetzt noch in ständiger Abnahme begriffen. Die Flüsse schließlich haben sich durchweg in die eignen Sedimente eingeschnitten.

Wenn es nun auch noch nicht möglich ist, mit Bestimmtheit zu behaupten, daß im Kongobecken die Landfeuchtigkeit jetzt noch abnimmt, so ist das in früherer Zeit sicher der Fall gewesen. Ich glaube, daß man sich von dem Vorgang der Austrocknung ganz allgemein folgendes Bild machen könnte.

Aus unbekannten Gründen steigerten sich während der Pluvialzeit die Niederschläge in dem Grade, daß der Wasservorrat der Länder wuchs. Diese Steigerung ist deutlich erkennbar an der Entstehung von Seen und großen Strömen.

Die Pluvialzeit schwand, die Zufuhr von den Ozeanen her verminderte sich, damit auch die Niederschläge, und infolgedessen begann die Wasserausfuhr durch Verdunstung und Abfluß die Zufuhr zu übersteigen. Der Faktor L. nahm dauernd ab, Seen und Flüsse wurden wasserärmer, verschwanden zum Teil, bis das Gleichgewicht hergestellt war und L. wieder relativ konstant wurde.

Ich möchte glauben, daß die Pluvialzeit in dieser Weise in allen Ländern verlaufen ist, wenn auch naturgemäß unter mancherlei Schwankungen. Während nun aber in den meisten Gebieten das Gleichgewicht erreicht sein dürfte, scheint das in manchen Gegenden noch nicht der Fall zu sein, so z. B. in Südafrika, und wie ich glauben möchte, auch nicht im Kongobecken. Dagegen ist das Klima der Sahara wohl schon im wesentlichen seit langem konstant.

Gibt es irgend welche Erklärung für solche Unterschiede im Verhalten der drei Gebiete? Ich glaube, ja. Wenn sich im Kongobecken der in der Pluvialzeit gesteigerte Wasserreichtum am längsten gehalten hat, so ist das verständlich.

a) Einmal hat es bei seiner äquatorialen Lage wohl a priori mehr Niederschläge erhalten, als die beiden anderen Gebiete.

b) Die Kondensationsbedingungen (K) sind unter dem Äquator bessere als in den Subtropen; daher ist der verdunstende Wasserdampf häufiger wieder im Becken selbst als Regen niedergefallen und langsamer mit dem Luftstrom entfernt worden.

c) Die doppelte Regenzeit ist ein wesentlicher Faktor gewesen. Bei ausgeprägter abwechselnder Regen- und Trockenzeit verdunstet weit mehr Wasser, schon deshalb, weil die Vegetation xerophil und damit die schützende Pflanzendecke lichter werden muß.

d) Die Abflußverhältnisse des Kongobeckens sind sehr günstige im Sinne der Erhaltung des Wasservorrats. Es besteht nur ein einziger bedeutender Ausfluß, die Ströme fließen zusammen, stauen sich auf zu Seen und Sümpfen, und dadurch wird einmal die Luftfeuchtigkeit infolge Verdunstung, sowie die Waldbildung gesteigert, aber auch die Schnelligkeit des Abflusses direkt herabgesetzt.

e) Von unschätzbarem Wert ist die Gebirgskette im Rücken des Kongobeckens, d. h. die Randgebirge des „zentralafrikanischen Grabens" mit 2000—3000 m Höhe haben ganz wesentlich dazu beigetragen, den Wasservorrat zu bewahren. Die feuchten West- und Südwestwinde lassen auf ihnen einen großen Teil ihres Wasserdampfes fallen. Daher bedeckt hier ein so dichter Urwald das Land. Das kondensierte Wasser aber kehrt wieder in das Becken zurück, um von neuem den Kreislauf zu beginnen.

So haben denn eine ganze Reihe von Faktoren zusammengewirkt, um den im Kongobecken seit der Pluvialzeit aufgespeicherten Vorrat von Landfeuchtigkeit zu bewahren, Faktoren, die teils auf der geographischen Lage, teils auf den lokalen orographischen Verhältnissen beruhen. In der Kalahari sind einige lokale Faktoren ähnlich günstig. Auch dort haben wir ein großartiges Stromsystem in der Pluvialzeit mit beschränktem Ausfluß. Hier allerdings kein einheitliches, sondern ein doppeltes (Oranje einer- und Sambesi-Okavango-Epukiro andererseits). Auch ein bedeutendes Gebirge „im Rücken" des Beckens fehlt nicht, das die Winde auffängt. Wie stark dasselbe heutzutage noch wirkt, zeigt die Niederschlagsmenge von Caconda[12]) auf dem Ostabhang des Schellagebirges — 1500 mm — ein Betrag, der im Kalaharibecken sicher nirgends erreicht wird. Wir werden nicht fehl gehen, wenn wir annehmen, daß die meiste in Caconda fallende Regenmenge Landfeuchtigkeit aus der nördlichen Kalahari ist.

Vorteilhaft ist auch die warme Meeresströmung auf der Ostseite. Allein eine Reihe anderer Faktoren hat hier recht ungünstig gewirkt. Die warme Strömung der Ostküste wird reichlich kompensiert durch das Küstengebirge, das wesentlich höher ist als auf der Westseite des Kongobeckens, und ferner durch die kalte Strömung auf der Westseite. Vor allem aber ist die geographische Lage ungünstig. Die Regenzeit ist auf eine Saison beschränkt, die Vegetation infolge der mehr als halbjährigen Trockenzeit xerophil und hindert wenig die Austrocknung des Bodens. So ist denn der Wasservorrat der Pluvialzeit zwar nicht so gut konserviert worden, wie im Kongobecken, aber doch noch in beträchtlicher Menge vorhanden. Allein er vermindert sich dauernd. Dieser Prozeß findet seinen Ausdruck namentlich in dem auffallenden Rückgang des Okavangosumpflandes. Aber auch die sonstigen Veränderungen an Quellen und Flußläufen dürften durch ihn erklärt werden, wenn auch in manchen Fällen Entwaldung den Prozeß wesentlich beschleunigt haben mag.

Weit rascher ist der Prozeß in der Sahara abgelaufen. Die Verhältnisse waren hier anscheinend zu ungünstig, um den durch die Pluvialzeit geschaffenen

Wasserreichtum zu erhalten. Sehr ungünstig ist, wie in der Kalahari, die geographische Lage und die dadurch bedingte lange Trockenzeit und xerophile Vegetation. Sodann mußte die breite zusammenhängende Kontinentalmasse infolge starker Erhitzung und des Nachströmens kalter Luft aus nördlichen Gegenden verderblich sein, die Verdunstung steigern und die Regenarmut herbeiführen. Diese Faktoren haben so stark gewirkt, daß die verhältnismäßig günstigen orographischen Faktoren nicht ins Gewicht fielen. Zu letzteren darf man rechnen das Fehlen geschlossener Randgebirge, namentlich gegen den Sudan hin, die bei Arabien so ungünstig auf das Innere wirken. An der Nordküste haben wir freilich den Atlas, das Plateau von Fessan und die arabische Schwelle am Roten Meer, die den Wasserdampf frühzeitig abfangen.

Günstig ist dagegen das Auftreten von Gebirgsmassiven im Inneren, wie des Hochlandes von Asgar und Tibesti, die denn auch jetzt noch verhältnismäßig viel Niederschläge erhalten.

So ist denn die Wasseransammlung aus der Pluvialzeit, die genügte, um große Süßwasserseen zu bilden, schnell verschwunden, so schnell, daß in historischen Zeiten — also vor 5000—6000 Jahren — wohl im wesentlichen der heutige Zustand erreicht war. Ja, ein so guter Kenner Ägyptens, wie *Blankenhorn*,[13]) ist sogar zu der Überzeugung gelangt, daß seit der zweiten Interglazialzeit bereits der Hauptsache nach das heutige Klima geherrscht haben dürfte. Die Möglichkeit einer relativ unbedeutenden Klimaänderung in historischer Zeit gibt indes auch er zu.

Wir wollen noch kurz auf die Frage nach dieser Klimaänderung in Nordafrika seit historischen Zeiten eingehen.

IX. Die Klimaänderung Nordafrikas in historischer Zeit.

Bekanntlich wird mit großer Bestimmtheit von einigen Forschern behauptet, im Altertum müßte das nördliche Afrika mehr Regen gehabt haben, denn die Wüste war in einem Umfang bewohnt, wie es heutzutage nicht möglich ist. Andere führen mit derselben Bestimmtheit wichtige Momente an, die gegen einen Klimawechsel sprechen.[14])

Man muß sagen, beide Parteien stützen ihre Ansichten mit schwerwiegenden Gründen, also wird wohl irgendwo eine vermittelnde Brücke zu finden sein. Ich möchte glauben, daß diese existiert. Das Klima, d. h. die Niederschläge, und damit die Vegetation und Wüstennatur des Landes dürften damals bereits im wesentlichen die gleichen gewesen sein, der aus der Pluvialzeit stammende Reichtum an zirkulierendem Wasser, d. h. an Quellen und Brunnen, war aber damals noch viel größer. Deshalb waren große Teile der Wüste für Menschen bewohnbar, wie heutzutage noch die Oasen, bewohnbar sogar für Herden während der günstigen Jahreszeit. Der Wasservorrat wurde aber erschöpft, und damit große Teile der Sahara dauernd unbewohnbar.*) Wie schnell der Verbrauch solcher Wasservorräte eintreten kann, wenn der Mensch sie auszunutzen beginnt, dafür bietet ja Südafrika heutzutage genügende Beispiele.

Auch ein anderer Gesichtspunkt ergiebt sich aus obigen Ausführungen. Wenn seit der Pluvialzeit Waldungen Teile der heutigen Sahara bedeckten — ich denke dabei besonders an die Atlasländer, an Tripolitanien und die Cyrenaika — so ist es denkbar, daß sich an günstigen Stellen geschlossene Wälder bis in historische Zeit hinein halten konnten, auch wenn das Klima im wesentlichen

*) Die Wasservorräte der artesischen Brunnen in der algerischen und libyschen Sahara stammen vielleicht auch aus der Pluvialzeit. Diese Erklärung möchte mir einfacher erscheinen als die Annahme eines Ursprungs im Sudan für die libyschen Oasen oder vom Atlas oder Asgarhochland für die algerische Sahara.

dem heutigen bereits entsprach. Denn dichte Wälder schützen sich selbst und den Boden, auf dem sie stehen, weil sie die spärlichen Niederschläge festhalten. Sobald aber ein solcher Wald gelichtet oder gar abgeholzt wird, tritt eine rapide Verdunstung ein, die Quellen verschwinden, eine Austrocknung und Zerstörung der so wichtigen Walderde ist die weitere Folge. Dann wächst nicht nur nie wieder Wald, sondern auch etwaiger Feldbau, der anfangs vielleicht noch möglich war, wird bald vernichtet werden müssen. Daraus erklärt sich vielleicht die Bewaldung und der Ackerbau in den ehemaligen griechischen Kolonien in dem Winterregengebiet am Nordrand der Sahara. Die Wälder, die die Kolonisten antrafen, waren vielleicht „überständig", möchte ich sagen, d. h. gehörten nicht mehr von Rechts wegen in das Klima hinein, führten bereits einen verzweifelten Kampf mit der Steppenvegetation und wurden daher durch die Kultur auf immer vernichtet — damit aber auch die Kultur selbst.

Ich möchte glauben, daß der Standpunkt, die Austrocknung Südafrikas als Äußerungen der klimatischen Veränderungen anzusehen, die die Pluvialzeit hervorgerufen hat, Beachtung verdient. Vielleicht gelingt es später, auf Grund positiver meteorologischer Beobachtungen mit größerer Wahrscheinlichkeit diese Frage zu beantworten, und zwar dürfte gerade das Kongobecken sich dazu eignen, zahlenmäßig eine Vorstellung von der Zu- und Abfuhr von Feuchtigkeit und damit etwaiger Klimaänderung zu gewinnen.

Aumerkungen.

1) *Carnegie*: Spinifex and Sand. London 1898.
2) *Penning*: Geogr. Journal I. S. 335 ff.
3) *Wilkinson*: Notes on a portion of the Kalahari. Geogr. Journal I. S. 328 ff.
4) *Pfeil*: Petermanns Mitteil. 1894.
5) *Passarge*: Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde 1901. S. 31. Abb. 3.
6) *Supan*: Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche. Petermanns Mitteilungen. Ergänzungsheft Nr. 124.
7) Nach den neuesten Messungen (Mitteilg. aus deutschen Schutzgebieten 1904, S. 91/92) betrug die Regenmenge im Jahre

1900	6 109.2	mm
1901	12 800.2	„
1902	14 133.2	„
1903	10 869.0	„

8) *Johnston*: The Uganda Protectorate. London 1902. Taf. VI und VII.
9) *Réclus*: Nouvelle Géographie universelle. Paris 1888. Bd. XIII. S. 184.
10) *Chavanne*: Reisen und Forschungen im alten und neuen Kongostaat. Jena 1887. S. 328.
11) *Réclus*: l. c. Bd. X. S. 77.
12) *Supan*: l. c. S. 95.
13) *Blankenhorn*: Zeitschr. d. Gesch. f. Erdkunde 1902. S. 720.
14) Eine Zusammenstellung der verschiedenartigen Ansichten gibt *Schirmer* in seinem Buch: Le Sahara. Paris 1893.

Kapitel XXXVIII.

Die Pflanzenwelt der Kalahari.

Klima und Höhenlage üben hier, wie überall, den größten Einfluß auf den Charakter und die Verteilung der Pflanzenwelt aus. Dementsprechend finden wir denn auch eine tropische Flora an der Ostküste, eine Wüstenflora an der Westküste und eine xerophile Steppenvegetation auf den inneren Hochflächen Südafrikas. Innerhalb dieser drei großen Zonen werden nun freilich mannigfache Unterschiede in der Verteilung und Verbreitung der Pflanzen durch die Beschaffenheit des Bodens, sowie durch die geschichtliche Entwicklung des Kontinents, nämlich ehemalige Verbindung mit anderen Florenreichen, sowie die klimatischen Veränderungen der letzten geologischen Epochen bedingt. Speziell die letzteren beanspruchen ein ganz besonderes Interesse. Denn wenn wirklich während der letzten Zeiten das Kalaharigebiet so energische klimatische Umwandlungen, wiederholt sogar, erlitten hat, dann müssen sich dieselben auch in der heutigen Verbreitung der Pflanzen geltend machen.

Betrachten wir zunächst die heutigen pflanzengeographischen Provinzen.

Trotz der damals noch recht spärlichen Kenntnisse hat *Grisebach*[1]) klar und deutlich die Grundzüge der Vegetationszonen Südafrikas erkannt. Er unterschied drei Regionen: Sudan, d. h. seine große Tropenzone nördlich der Südgrenze von Palmen und Baobab nebst einem langen Zipfel an der Ostküste bis Algoa-Bai, Kalahari von der Westküste bis zum Ostabfall des Plateaus in Transvaal und Karro südlich des Oranje.

Diese drei großen Regionen wurden von späteren Forschern — *Bolus*[2]), *Rehmann*[3]), *Drude*[4]) — noch geteilt und namentlich die Karro in mehrere Unterabteilungen zerlegt.

Dem Habitus und Charakter der Gewächse folgend möchte ich 5 Hauptregionen unterscheiden.*)

---

*) Obwohl meine botanischen Kenntnisse durchaus sehr bescheidener Natur sind, wagte ich es auf Grund der Literatur und persönlicher Eindrücke, eine pflanzengeographische Einteilung vorzunehmen. Das Kapitel war in vorliegender Form bereits ausgearbeitet, als Herr Geheimrat *Engler*,[5]) den man wohl als erste Autorität auf diesem Gebiet betrachten darf, eine Einteilung der südafrikanischen Flora veröffentlichte. Damit war meine Einteilung überflüssig geworden. Da sich dieselbe aber bis auf zwei geringfügige Veränderungen, nämlich die Trennung, resp. Zusammenziehung zweier Unterprovinzen mit der Geheimrat *Englers* deckt, so wage ich es doch, meine kurze Darstellung zu veröffentlichen, unter Beifügung der von Geheimrat *Engler* gegebenen Namen.

I. Die Namibregion.
II. Die immergrüne Busch- und Waldregion.
III. Die Tropenregion der Ostküste.
IV. Die Steppenregion der Hochflächen.
V. Die südliche Adansonien-Savanen-Region.

I. Die Namibregion = Englers Unterprovinz des westlichen Namaqua- und Herrerolandes.

Die 60—80 km breite Wüstenplatte, welche von der Westküste nach dem Innern zu ansteigt, weist soviel Eigentümlichkeiten auf, daß es berechtigt sein dürfte, dieselbe trotz ihrer geringen west-östlichen Erstreckung als besondere Region abzutrennen. Die Namib beginnt in dem südlichen Benguella, im Süden überschreitet sie den Oranje. Die Eigentümlichkeiten dieses Küstenstrichs bestehen in dem Fehlen von Niederschlägen in Regenform. Daher ist er eine ausgesprochene Wüste, z. T. mit gewaltigen Flugsandzonen. Wenn trotzdem die Vegetation nicht ganz unbedeutend ist, so liegt das an den intensiven Nebeln, die durch das kalte Wasser des Meeres bedingt werden. Daher unterschied *Pechuel-Lösche*[6]) die Nebelvegetation der Küste von der Steppe des Inlandes. *Schinz*[7]) charakterisiert die Litoralflora in folgender Weise. Einjährige Pflanzen fehlen ganz, ebenso Bäume. Büsche überwiegen, und zwar befindet sich die Vegetation, entsprechend der Gleichmäßigkeit des Klimas, beständig in frischem Zustand und in Blüte. Succulente Pflanzen spielen eine bedeutende Rolle. Die wichtigsten Familien sind Pelargonien, Sarcocaula-Arten, Chenopodien u. a. Die Hauptcharakterpflanzen, die den benachbarten Steppengebieten durchaus fehlen, sind die Welwitschia mirabilis *(Hook)*, die Naras (Acanthosicyos horrida) und in dem Übergangsgebiet nach dem Innern hin die baumförmige Euphorbia dichotoma, ein Hauptbaum der „Euphorbienzone", neben dem „Melkbosch", nebst anderen merkwürdigen Gewächsen, z. B. dem Echinethamnus Pechuelii, Pachypodium u. a.

Man darf sagen, daß die Küstenregion sogar einen auffallenden Reichtum an Pflanzen aufweist — das geht aus der Liste, die *Warburg* gibt, deutlich hervor —,[8]) und zwar von Pflanzen, die an die klimatischen Verhältnisse der Küste und das Wüstenklima streng angepaßt sind. Solche Formen, wie Welwitschia, Naras Pachypodium u. a. müssen, wie *Warburg* mit vollem Recht betont, s e h r a l t sein, und hieraus schließt er a u f e i n e s e h r l a n g e D a u e r d e s W ü s t e n k l i m a s d e r W e s t k ü s t e.[9])

II. Die immergrüne Busch- und Waldregion = dem Westen von Englers Unterprovinz des süd- und südostafrikanischen Küstenlandes.

Am Olifant Revier, nördlich von Kapstadt, beginnt eine neue Zone, die sich südlich der großen Gebirgszüge — Hexriver Berge, Zwartoberge, Langeberge bis in die Nähe der Algoa Bai hinzieht, also einen relativ schmalen Küstenstreif bildet und mit dem Gebiet des Kapländischen Faltengebirges zusammenfällt. Das Klima ist durch Überwiegen der Winterregen ausgezeichnet, namentlich im Westen, während im Osten bereits die Sommerregen einwirken. Daher ist wohl die Vegetation der Osthälfte üppiger, wo selbst hohe Wälder vorkommen.[10]) Im Westen dagegen überwiegen häufig niedrige Büsche und Halbsträucher.

Diese immergrüne Region ist die Heimat der berühmten altertümlichen Kapflora mit ihren Ericaceen, Proteaceen, Restiaceen, Rutaceen, Bruniaceen, Penaeaceen. Sie weist eine gewisse Verwandtschaft mit der westaustralischen Flora auf. Aber im Gegensatz zu anderen Überresten alter zurückgedrängter Floren zeigt die Kapflora sehr erhebliche Widerstandsfähigkeit gegen Eindringlinge.

III. Die Tropenregion der Ostküste = dem Osten von Englers Unterprovinz des süd- und südostafrikanischen Küstenlandes.

Entsprechend der Höhe der Temperatur und der Niederschlagsmenge an der Ostküste von Afrika hat die Vegetation daselbst zwischen dem Meer und dem Kamm des Hochplateaus den Charakter eines tropischen Waldes. Der Übergang zu der Region II vollzieht sich in der Gegend der Algoa Bai, wo das Gebiet der Winterregen übergeht in das der ausschließlichen Sommerregen. Eine Reihe von Familien dringt noch aus der Region II nach N.O. vor, namentlich in den hochgelegenen Gebieten, wo auf den Drakensbergen noch Ericaceen und Proteaceen z. B. vorkommen. Die Phoenix reclinata ist als einzige Palme in diesem Gebiet verbreitet, das im Norden an der Südgrenze der Adansonia nördlich Delagoa Bai enden mag. Unter den Familien, die für diese Region im Gegensatz zu der immergrünen Zone und den Heidesteppen charakteristisch sind, seien erwähnt die Labiaten, Rubiaceen, Malvaceen, Celastrineen und Anacardiaceen.

IV. Die Steppenregion der Hochflächen.

Die gewaltigen Hochflächen des Kontinents werden von einer Steppenvegetation eingenommen, die zwar in sich keineswegs gleichartig ist, allein insofern als ein pflanzengeographisches Ganze aufgefaßt werden kann, als die Vegetation durchaus Steppencharakter aufweist.

Die Grenzen des Steppengebiets sind im Osten durch den Plateaurand, im Süden durch die Kette der Lange- und Zwarteberge scharf gegeben. Dann aber verwischt sich dieselbe. Zwischen Olifant Revier und Oranje erreicht die Steppenvegetation anscheinend die Westküste, weicht im Gebiet der Namib jedoch zurück. Die Westgrenze hier ist unregelmäßig, weil auf Bergzügen und an Flußbetten die Steppenvegetation sich der Küste nähert, während die Wüste nach *Schinz* buchtenförmig auf ebenen Flächen nach Osten verdringt.

Gegen Norden ist eine natürliche Grenze gegen die tropische Savanenregion nicht vorhanden. Tropische Charakterbäume sind an günstigen Stellen oft inselförmig vorgeschoben, z. B. auf Bergen oder in feuchten Niederungen, während andererseits die Steppenflora weiter nach Norden ganz geschlossen vordringt. Wir wollen erst später eine nördliche Abgrenzung versuchen.

Das Klima der Steppenregion ist nicht einheitlich, da ja der Südwesten im Bereich der Kapkolonie noch dem Winterregengebiet angehört, ebenso der größte Teil von Groß-Namaland. Das übrige Gebiet hat Sommerregen, und zwar nehmen die Niederschläge im großen und ganzen von N.O. nach S.W. ab. Daher wird die Steppenflora nach N.O. hin immer tropischer.

Entsprechend den Zonen von Winter- und Sommerregen zerfällt die Steppenflora in zwei ihrem Habitus nach ganz außerordentlich verschiedenartige Regionen, nämlich eine südwestliche Heidesteppe = Karroregion und eine Gras-, Busch- und Waldsteppe = Kalahariregion, die hauptsächlich das Gebiet der Sommerregen einnimmt.

1) Die Region der Karrosteppe = Englers Unterprovinz der Karro und des Reggeveld.

Diese unserer Heide ähnlichen Steppen sind ausgezeichnet durch das Zurücktreten der Gräser und fast völlige Fehlen von Bäumen. Nur an den Flußläufen und in feuchten Niederungen treten Grasflächen lokal und Acacia horrida in Büschen und Bäumen auf. Niedrige Büsche und Halbsträucher überwiegen und stehen mehr oder weniger zerstreut über das Feld hingesäet, „wie die Haarknötchen auf dem Kopf des Hottentotten“. Succulente Gewächse sind sehr

reichlich entwickelt, nach *Bolus*[11]) im Gebiet von Graaf Reynet ca. 31 % aller Blütenpflanzen. Meist stehen die Büsche kahl, gelb, tot, und die Landschaft ähnelt unseren Heidekrautebenen und Moorflächen im Herbst, aber die Regen zaubern mit überraschender Schnelligkeit einen herrlichen Blütenflor hervor, Millionen blühender Kräuter schießen dann auf, um bald wieder zu verderren.

Eine sehr bemerkenswerte Abhängigkeit vom Boden zeichnet die Heide aus. Die horizontalen Karreschiefer mit dünner Verwitterungsschicht und schwerem, tonigem Boden sind ihre eigentliche Heimat. Wahrscheinlich ist die Baumlosigkeit ganz wesentlich auf die fehlende Tiefgründigkeit des Bodens bei mangelnder Zerklüftung der Tonplatten zurückzuführen. Die weiße Bank von hartem, ungeschichtetem und unzerklüftetem Karrokalk, die so häufig den roten Lehmboden unterlagert, dürfte gleichfalls den Wurzeln der Steppenbäume ein starkes Hindernis entgegensetzen. Mit dem Erreichen des Dwykakonglomerats ändert sich nach *Dunn*, wie *Bolus* berichtet, in der nördlichen Kapkolonie sofort die Vegetation, indem Grasland mit Bäumen auftritt. Dasselbe ist im Groß-Buschmannland auf Granit, Gneis und Dornbergschichten der Fall, wo sich sofort ein sandiger tiefgründiger Boden entwickelt. Dann beginnt auch die nördliche Steppenregion.

Außer der Tiefgründigkeit des sandigen Bodens, in dem die Bäume ihre Wurzeln tief in den feuchteren Boden und in die Spalten der kristallinischen oder steil aufgerichteten Gesteine hinabsenden können, dürfte das prinzipielle Verhalten des Ton- und Sandbodens für die Verschiedenartigkeit der Vegetation maßgebend sein. Zwar hält Tonboden die Feuchtigkeit besser als Sand, allein die Pflanzen sind trotzdem imstande, besser aus Sand als aus Ton Feuchtigkeit zu entnehmen. Trotz des größeren absoluten Feuchtigkeitsgehalts des Tons ist also die den Pflanzen verfügbare Feuchtigkeit im Sand größer. Daher die häufige Erscheinung auch in unserem Klima, daß sich die Pflanzen auf Sandboden noch grün halten und am Leben bleiben, wenn auf schwerem Tonboden bereits alles verdorrt ist.

Aus diesem Verhalten des Tonbodens dürfte sich ganz wesentlich der Charakter der Heidesteppe erklären, so z. B. der Reichtum an succulenten Pflanzen, die in ihren Blättern die frischgefallenen Niederschläge aufspeichern und nicht auf die Tätigkeit ihrer Wurzeln während der Trockenheit vertrauen. Im Gegensatz hierzu liebt die Pflanzenwelt des tiefgründigen Bodens eine Ausbildung von Dornen und kleinen Blättern und eines gewaltigen Wurzelsystems, das ihnen aus großer Tiefe Feuchtigkeit zuführt.

Mit solchen Verhältnissen hängt wohl auch die sehr interessante Erscheinung zusammen, die in dem nordöstlichen Grenzgebiet zwischen Heide- und Grasland seit den letzten Jahrzehnten zu beobachten ist, nämlich das entschiedene Vordringen der Karrosteppe gegen das Gras- und Buschland. Auf diesen Punkt weist bereits *Livingstone* hin.[12]) Große Teile der nördlichen Kapkolonie waren in früherer Zeit Grasland, wo sich bereits zu *Livingstones* Zeit öde Heidesteppe ausdehnte. Er macht die Vernichtung der Antilopenherden für das Zurückweichen des Graslandes verantwortlich, die in früherer Zeit die Grassamen zugleich mit ihrem Dung aussäeten. Seitdem das aufgehört habe, sei das Gras infolge der allzugroßen Trockenheit eingegangen und den Heidebüschen — besonders Mesembryanthemum-Arten — gewichen. Auch das Aufhören des Düngens des Bodens durch den Kot der Tiere dürfte, wie ich glauben möchte, von Einfluß gewesen sein. Die Buren, für die die Heide ein viel besseres Weidefeld ist als das Gras, haben nach *Livingstone* die Ausbreitung derselben künstlich beschleunigt, indem sie die Samenkapseln von Mesembryanthemum in ganzen Wagenladungen über das Grasland hin verbreiteten. So ist denn der Rückgang des Graslandes rapide vor sich gegangen. Ein Bur, mit dem ich nach Kimberley fuhr, wies nördlich von Hopetown, seiner Heimat, auf die weiten, weiten Ebenen hin, die mit den häßlichen niedrigen Heidebüschen bedeckt waren, in seiner Jugendzeit — also vor 20 bis

25 Jahren — sei er hier in hohem Grase auf die Jagd gegangen, habe sich als Kind sogar einmal im Grase verirrt. Und heutzutage? Heutzutage geht die niedrige Heide bis zum Vaal, fast zwei Breitengrade nördlich von Hopetown, ja über diesen Fluß hinaus. Auch im Freistaat ist bis weit über Bloemfontein hinaus bereits die Heidesteppe vorgedrungen und damit das Weideland für Schafe verbessert.

Dieser Prozeß dürfte ganz wesentlich auf die Gleichartigkeit des Bodens zurückzuführen sein, nämlich den schweren flachgründigen Tonboden der Karroschiefer mit der häufig unterlagernden Kalkbank. Daher ist es sehr wohl möglich, daß sich die Heidesteppe zunächst noch weiter hin innerhalb des Gebiets der Karroschichten ausbreiten wird, also über das ganze Hochfeld bis in die Gegend von Belfast und Middelburg in Transvaal.

Die Karrosteppe ist kein einheitliches pflanzengeographisches Gebiet. In der Kapkolonie unterscheidet *Bolus* zwei Unterabteilungen, die Karreregion auf der ersten Stufe südlich der Reggeveld-Nieuvefeld-Kompaßberge-Kette und die Kompositenregion auf dem Reggeveld bis Craddock, letztere durch das Überwiegen der Kompositen ausgezeichnet, nämlich 23.6 % aller Familien. Unter den Charakterpflanzen der Karroregion werden Palmstruckia capensis, Cadaba juncea, Portucalaria afra (Speckboom) u. a. genannt. Die typischen Familien der immergrünen Region, wie Ericaceen, Proteaceen, Restiaceen etc. fehlen der Heidesteppe.

Eine besondere Unterabteilung stellt wohl Groß-Namaland vor, wo nach *Schinz* Büttneriaceen, Acantbaceen, Scrophularineen und Compositen verwiegend das Gestrüpp bilden und Gräser oft ganz ausschließen. Diese Heidesteppe nimmt hauptsächlich die Ebenen ein, nämlich westlich von 'Ans, in dem Sandsteingebiet aber ist sie auf die Hochflächen der Sandsteinplateaus gedrängt, während sich in den Erosionstälern Grasflächen breitmachen und an den tiefsten Stellen derselben auch Baumgruppen auftreten. Groß-Namaland ist also ein Übergangsgebiet von der Heide- zur Gras- und Buschwaldsteppe. Sein Charakter als vorwiegendes Schafzuchtland spricht jedenfalls für seine Zugehörigkeit zur Karreprovinz. Da, wie wir wissen, möglicherweise Karroschichten in den Gräben von Bethanien und Bersaba vorkommen, so wäre es interessant zu untersuchen, ob die Heide auch hier an Karroschichten gebunden ist.

2) Die Region der Gras- und Buschsteppen — Kalahariregion = Englers Unterprovinz des südestafrikanischen Hochlandes von Oranje und Transvaal und der Kalahari.

Nördlich der Karreregion liegt die Kalaharizone, die *Griesebach* bereits unterschied. Grasland mit Büschen und Bäumen überwiegt. Oft schließen sich letztere so dicht zusammen, daß das Gras ganz zurücktritt und geschlossene Buschsteppen und Wälder entstehen. Übergänge aller Art finden statt.

Die Vegetation der Kalahariregion bildet eine pflanzengeographische Einheit. Nicht nur die Familien, sondern selbst zahlreiche Arten sind in dem ganzen Gebiet verbreitet, und überall ist der Habitus der Flora derselbe. Natürlich bestehen innerhalb des Gebiets mannigfache Verschiedenheiten, die auf Wechsel des Klimas und der Bodenverhältnisse zurückzuführen sind.

Der Charakter der Vegetation ist entsprechend der langen halbjährigen Trockenzeit xerophil; eine Ausnahme machen nur diejenigen Bäume, die in dauernd feuchtem Boden an Flußrändern wachsen. Dementsprechend ist sie mit Schutzmitteln ausgerüstet, die je nach dem speziellen Verhalten der Pflanzen zu dem verfügbaren Vorrat an Feuchtigkeit verschiedenartig entwickelt sind.

Man kann die Vegetation nach ihrem Verhalten zum Wasser in 3 Gruppen gliedern.

1) Regenvegetation.

Viele Pflanzen sind lediglich auf die Niederschläge angewiesen, die in Form von Regen und Tau fallen. Sie verbringen die Trockenzeit als Samenkorn und entwickeln sich mit den ersten Regen. Hierher gehören die unzähligen einjährigen Blütenpflanzen, die während der Regenzeit als dichter Teppich den Boden bedecken, um mit dem Beginn der Trockenzeit zu verdorren und völlig zu verschwinden. Andere ausdauernde Pflanzen sammeln während der feuchten Jahreszeit das Wasser in Reservoiren an, teils in Blättern und Stengeln, teils in Zwiebeln und Knollen. Namentlich die letztere Klasse ist in der Kalaharregion sehr zahlreich vertreten, während die Succulenten gegenüber denen der Karrosteppe sehr zurücktreten.

Sehr groß ist auch die Zahl der Bäume und Sträucher, die während der Trockenzeit die Lebensfunktionen herabsetzen und schlafen, wie unsere Vegetation im Winter. Erst mit den Regen leben sie wieder auf.

2) Grundfeuchtigkeitspflanzen.

In den Steppengebieten des Inneren Afrikas muß man sich von der Vorstellung freimachen, daß in der Tiefe Grundwasser vorhanden sein müsse. Die Niederschläge sind zu gering im Verhältnis zur Verdunstung, als daß sich das Wasser in einiger Tiefe ansammeln könnte. Das geschieht nur an günstigen Stellen. Im allgemeinen findet man nur feuchten Boden. Gewiß besteht kein prinzipieller Unterschied zwischen Grundwasser und Grundfeuchtigkeit, sondern nur ein gradueller, allein für die Vegetation ist der Unterschied doch ein gewaltiger und beeinflußt den physiognomischen Charakter einer Gegend.

Für die Grundfeuchtigkeitspflanzen ist die Unabhängigkeit von den Niederschlägen charakteristisch. Dieselbe äußert sich darin, daß die Bäume und Sträucher bereits vor den ersten Regen, also in der schlimmsten Trockenheit, sich mit frischem Grün bedecken und Blüten treiben. Hierher gehören fast alle Akazien und gerade die Bäume und Sträucher des tiefsten Sandes, wie Mochonono, Mohata, Moroka, Mohapa, ferner Mokabi, Mochailiri u. a.

Nahezu alle Pflanzen, die auf die Grundfeuchtigkeit angewiesen sind, gehen auch in die Grundwassergebiete über, die einzige mir bekannte, sehr bemerkenswerte Ausnahme bildet aber der Mopane, den ich nie in der Nähe der Flüsse oder der Sumpfgegenden, sondern ausschließlich in der Steppe beobachtete.

3) Grundwasservegetation.

Wie erwähnt, gehen fast alle Steppenbäume in die Gebiete mit Grundwasser über und erreichen dort sogar ihre üppigste Entwicklung. Mochonono, Mohata, Sitsi, Mossu, Mochoto, Mochalu, Motswere, Motsiara etc. finden sich in den Uferwäldern der Flüsse und in dem Sumpfland als so mächtige Bäume, wie nie in der trockenen Steppe. Dazu tritt nun aber eine Anzahl von Bäumen und Sträuchern, die nie anderswo, als an Flüssen und in Sumpfgegenden gefunden werden, wie z. B. am Limpopo der Morubu — der Revierboom der Buren — am Okavango der Mokuschong, Motschaba, Motsibi, Mocholi, Motsuri, Moporoto und andere. Reichliches Grundwasser, beim Morubu wohl direkt fließendes Wasser, ist für ihr Fortkommen durchaus erforderlich. Man kann sie also obligate Grundwasserbäume nennen, im Gegensatz zu den fakultativen aus der Gruppe der Steppenbäume.

Der Einfluß des Bodens auf die Vegetation ist in der Kalaharregion sehr bedeutend. Am wichtigsten ist der Gegensatz zwischen Sand-, Kalk- und Gesteinsboden. Die Vegetationsformationen der mittleren Kalahari wenigstens sind durchaus vom Boden abhängig.

Einteilung der Kalahariregion.

Wie wir wissen, nimmt die Niederschlagsmenge von S.W. nach N.O. zu, und die Vegetation wird dementsprechend tropischer. Aber nicht in dieser Richtung zerfällt die Kalahariregion in verschiedene Zonen, sondern in der entgegengesetzten, von S.O. nach N.W., entsprechend der Bodenbeschaffenheit und Höhenlage des Landes. Man kann vier Zonen unterscheiden.

1) Das Hochfeld.
2) Das Buschfeld von Betschuanaland und Transvaal.
3) Das Sandfeld der Kalahari.
4) Damaraland.

1) Das Hochfeld.

Das Hochfeld ist die Fortsetzung der Karrosteppe im Freistaat und reicht der Ausdehnung der Karroschichten entsprechend bis in die Gegend von Belfast und Middelburg im Transvaal. Es ist ein Grasland mit wenig Bäumen, das seine Beschaffenheit, neben der Regenarmut, der Gewalt der Stürme und der Winterkälte, wohl vorwiegend dem Boden verdankt. Derselbe ist, wie im ganzen Gebiet der Karroschiefer, flachgründiger, oft steiniger schwerer Ton, in dem die Bäume nicht tief wurzeln können. Acacia robusta tritt in Gruppen in feuchten Senkungen und an Flußläufen auf.[13]) Im S.W. weicht das Grasland vor der Karrosteppe rapide zurück.

2) Das Buschfeld von Betschuanenland und Transvaal.

Im Groß-Buschmannland beginnt südlich des Oranje eine Zone, die durch Westgrikwaland, das ganze Betschuanenland, durch Transvaal westlich und nördlich des Hochfeldes und über den Limpopo hinaus ins Mataheleland streicht. Auch der südliche — Kuruman — und östliche Teil des Kalahariplateaus bis zum Beginn des Kalaharisandes gehört hierher. Diese ganze Zone besteht aus Gesteinen der Primärformation, der Lydenburger und Basisbreccien-Schichten. Die Verwitterungsprodukte sind zum großen Teil sandig, und tiefgründiger Sandboden wechselt oft mit lehmigem und steinigem Boden ab.

Im Kurumangebiet[14]) ist eine ziemlich triste Steppe entwickelt. In den trockenen Teilen ist Acacia Giraffae — Mokóola genannt — verbreitet, in feuchteren Niederungen Mossú (Ac. horrida) und Moga (Ac. haematoxylon). Die wichtigsten Bäume und Sträucher sind ferner Mangana, Zizyphus mucronata, Moretloa, Elephantorrhizza Burchellii, Rhus-Arten (Taibosch), Harpagophyton u. a. Im mittleren Betschuanaland tritt neben anderen Bäumen vor allem Combretum primigenium hinzu, nebst Boscia Pechuelii, Boscia microphylla, Mokabi, Mochailiri, Molete. Bemerkenswert ist, daß ich im Gebiet des Mariko und von Gabrones niemals Mochoto (Ac. Giraffae) beobachtet habe. Diese Akazie begann erst am Limpopo.

Ein wesentlicher Wechsel beginnt in Transvaal in den Berggebieten. Die Magalies Berge besitzen schon recht viel tropische Bäume, und ich möchte vermuten, daß es bei den isolierten Bergstöcken und -Ketten des mittleren Betschuanenlandes nicht anders ist. Jedenfalls ist der bergige Teil von Transvaal ein Übergangsgebiet zur Tropenzone.

In der Ebene beginnt ein entschiedener Wandel im Bamangwateland, und zwar zwischen dem Makalapse und Palapye. Im Gneisland des Makalapse tritt zuerst der Knoppidorn = Mokoba auf, zwischen diesem Fluß und Palapye aber die Copaifera Mopane. In der Umgebung dieser Stadt fand ich zum ersten Mal die Adausonia digitata, Aloes, Euphorbien, Baumwolle, Strychnos-Arten, Monato, Moschauka, Mokosche, Mokumotu, Modumäla, Mót-ha und Morula; auf den Bergen Mapapana.

Im Gneisland von Tati halten dieselben Bäume an, d. h. in dem Steppenwald vorwiegend Mopane, Metswere, Mokeba, Morula, Mokumotu, Strychnos, Aloes, Euphorbien, Mochailiri, Mokabi und Mochonone, dagegen an den Flußläufen viel Dornsträucher, besonders Mangana, Mochalu, Moga, Mossú und auch Mokropi.

Sehr interessant ist es, daß die Dornsträucher, also besonders die Akazien, in den Uferwäldern des Limpopogebiets auftreten, dagegen in einiger Entfernung von den Flußläufen Laubwald vorherrscht. Sehr auffallend ist diese Erscheinung am Limpopo selbst, wo mächtige Dornbäume — unter anderen Ac. albida — im Uferwald stehen und ein Gestrüpp von langdornigen Akazien — wahrscheinlich Ac. horrida — das Überschwemmungsgebiet einnimmt, während auf der Sandsteinplatte Laubbuschwald aus Mokabi, Mochailiri u. a. steht. Weiter südlich beherrscht der Dornbusch auch die trockene Steppe, fern von allen Flußbetten.

3) Das Sandfeld der Kalahari.

Entsprechend der großen Bedeutung, die tiefer Sandboden für die Vegetation der Kalahariregion besitzt, weist das weite Sandfeld eine Reihe besonderer Eigentümlichkeiten auf.

In der südlichen Kalahari soll die Ac. Giraffae eine große Rolle spielen, wie bereits im Kurumangebiet, und zwar soll sie sich gerade in dem trockensten Sande am wohlsten fühlen. Mossu (Ac. horrida) scheint ihr dagegen zu fehlen. Nach *v. François* hört sie östlich des ǂNosseb auf, und da sie im Kurumangebiet nur in feuchten Gegenden gedeiht, mag sie auch im Süden nicht in das Sandfeld eindringen.

Westlich von Kanya soll der Sereng (ǀKai, Moroka, Burkea africana) weit verbreitet sein und dürfte auch sonst in der südlichen Kalahari Wälder zusammensetzen.

Über eine wichtige Pflanze sind wir orientiert, nämlich den Citrullus caffer, der in gewaltiger Zahl auftreten soll, und daß auch sonst zahlreiche Knollengewächse, z. B. Morama (Bauhinia esculenta) vorkommen, geht aus allen Berichten hervor.

Das Gras dürfte teilweise eine sehr bedeutende Höhe erreichen, viel höher als in der mittleren Kalahari. Das muß man wenigstens aus dem Erklärungsversuch *Livingstones* für die Wanderungen der Springbockherden schließen. Letztere sollen dann nach Süden ziehen, wenn das Gras der Kalahari ihnen über den Kopf wächst und sie nicht mehr um sich sehen können.[15]) So etwas könnte bei dem Gras der mittleren Kalahari gar nicht vorkommen. Indes soll aber auch in dem südwestlichsten Teil des Sandfeldes bei Rietfontein kurzes Gras die langen Sandwellen bedecken.

Wir wissen herzlich wenig von der Vegetation der südlichen Kalahari. Gibt es dort auch Vleysand und roten Sand mit abweichender Vegetation? Es scheinen doch mancherlei, und zwar nicht ganz unwesentliche Unterschiede gegenüber der mittleren Kalahari zu bestehen. In welchem Sinne aber? Ist diese üppiger und tropischer als jene? Das sollte man annehmen. Allein der Hauptbaum — und zwar der „trockensten“ Gegenden — soll die Acacia Giraffae sein. Dieser Baum — Mochote der Nordbetschuanen — ist aber in der mittleren Kalahari ein ausgesprochener Grundwasserbaum, der Hauptbaum des trockengelegten Sumpflandes, wo er mit gewaltigem Stamm und breiter Krone alle anderen Bäume überragt. In dem Sandfeld dagegen verkümmert er zu Büschen, und wo er in vereinzelten großen Exemplaren auftritt, z. B. N.O. Gantsirra, sind dieselben von Termiten zerfressen. Sollte wirklich ein und derselbe Baum in dem regenreichen Norden in den Flußgebieten mit Grundwasser, im regenarmen Süden aber in dem trockensten Sand üppig gedeihen? Das erscheint kaum

glaublich. Man wird also wohl annehmen müssen, entweder, daß die südliche Kalahari sehr viel günstigere Grundwasserverhältnisse besitzt als die mittlere, trotz des geringeren Regenfalls, oder daß die Acacia Giraffae des Südens und die des Nordens zwei verschiedene Bäume sind. Da denkt man denn unwillkürlich an die Acacia erioloba *E. Meier*, die nach *Marloth* im Wuchs einen anderen Habitus als A. Giraffae hat. Sollte die A. erioloba die Akazie der mittleren Kalahari sein? Dann würde sich die verschiedene Bezeichnung der Betschuanen — Mokoola und Mochoto — erklären. Solche Verschiedenheit hat an und für sich freilich nicht viel zu sagen, da manche Namen bei den Südbetschuanen anders sind als bei den nördlicheren Stämmen. Es würde sich aber auch erklären, daß ich im mittleren Betschuanenland den Mochoto erst am Limpopo fand. Schließlich gewinnt dann auch die Behauptung eines Buren Bedeutung, der mir sagte, es gäbe zwei ganz ähnliche Akazien, „Kameldorn“ und „Treschidorn“, die sich hauptsächlich durch ihr verschiedenwertiges Holz unterschieden.

Die Entscheidung dieser Frage wäre von pflanzengeographischem Interesse und würde gleichzeitig auf die Grundwasserverhältnisse der südlichen Kalahari ein bedeutsames Licht werfen.

In der mittleren Kalahari setzt sich die Pflanzenwelt zu folgenden Formationen zusammen.

1) Die Vegetation des roten Kalaharisandes.
2) Die Vegetation des grauen Vleysandes.
3) Die Vegetation der Kalksandsteinflächen.
4) Die Vegetation des Decksandes.
5) Die Vegetation der Gesteinsfelder.
6) Die Vegetation der Berge.
7) Die Vegetation des Sumpflandes.

1) Die Vegetation des roten Kalaharisandes = *Schinz'* Oshihekeformation.

Wo der Sand sehr tief liegt und das Grundgestein keinerlei Einfluß ausüben kann, besteht der Buschwald hauptsächlich aus Mochonono, Mohata, Sitsi und Mochailechailo, und zwar überwiegen die Laubhölzer durchaus. Tief in den roten Sand gehen auch Boscia Pechuelii und Moloto hinein, zuweilen auch Mochalu, Büsche von Mochoto und Mangana. Auf losen Sand formt Moroka oft genug lichte Wälder ohne Unterholz, allein oder mit Mohapa und Mochonono. Dornenbüsche treten in seinem Bereich ganz zurück. Im allgemeinen ist die Vegetation des tiefen roten Sandes durchaus nicht spärlich, im Gegenteil sehr dicht, oft so dicht, daß das Gras stark verdrängt wird und nur während der Regenzeit vorübergehend aufschießt.

Im Übergangsgebiet zum grauen und bei mäßig tiefem Sand treten mehr Bäume und Sträucher auf, z. B. Mangana, Moloto, Mossu, Mokabi, Mochoto, zuweilen auch Motsiara, Motsantsa, Bauhinia Urbaniana, Moschäschä, Mochailiri, Morama (Bauhinia osculenta). Dieser Buschwald geht direkt über in den Decksandbusch.

2) Die Vegetation des grauen Vleysandes.

Der graue, humose, in Niederungen gelegene und daher feuchtere Sand trägt viel üppigere Vegetation als der rote Sand. Akazien verschiedener Art, so vor allem Moga, Mochoto, Mossu, Mangana, Moloto, ferner Motsiara, Mochailechailo, Sitsi, selbst Mokumotu kommt im Hainafeld vor. Der Vleybusch besteht also aus üppig entwickelten und zahlreichen Arten von Steppenbäumen ähnlich

dem Buschwald der Gesteinsfelder und der Uferwälder der Flüsse — die obligaten Grundwasserbäume wiederum ausgenommen. Dornbäume sind sehr reichlich.

3) Die Vegetation der Kalksandsteinflächen.

Wo der Kalksandstein mit relativ dünner Decke hellgrauen Sandes bedeckt ist, entwickeln sich Aristida-Fluren mit Salsola-Büschen und Elephantorrhizza Burchellii. Sie begleiten bekanntlich vorwiegend die alten Flußbetten außerhalb der Wälle roten Sandes.

Auf freien Kalkflächen, die nur lokal auftreten, dominiert Leboana und das Salzstachelgras.

Anders wiederum ist die Vegetation eines großen Teiles des Makarrikarribeckens. Die Kalkflächen daselbst sind mit dünner Humusschicht bedeckt und tragen Mopanewald mit Baobabs.



Abbildung 32. Mopipa — Boscia microphylla. — Mittleres Betschuanenland. Der Wuchs ist ganz charakteristisch, ebenso der Termitenhaufen am Fuß des Baumes.

4) Die Vegetation des Decksandes.

Mit der Abnahme des Kalaharisandes wird die Vegetation mannigfaltiger und meist dorniger. So ist der größte Teil des Mahurafeldes mit Decksandbusch bestanden, ebenso der Ngamirumpf, die Umgebung des Chansefeldes, Kaukaufeldes u. a. Mossu, Moga, Motsiara, Moleto, Mokabi, Mochailiri, Moretloa, Mangana, Mochalu, Mochoto, Moschäschä, Motsantsa, Mochailiri, Motswere, nebst den Bäumen und Sträuchern des Sandfeldes setzen die Vegetation hauptsächlich zusammen.

5) Die Vegetation der Gesteinsfelder.

Nicht wesentlich vom Decksandbusch verschieden und mit ihm durch Übergänge verbunden ist die Vegetation der Gesteinsfelder. Sie gleicht, ebenso wie

die des Decksandes, oft im wesentlichen der Steppenvegetation des mittleren Betschuanenlandes.

Wo viel harter Sinterkalk in Schollen und Rinden auftritt, wie z. B. im Chansefeld, besteht der Buschwald aus einzelnen gewaltigen Motsworebäumen, niedrigem Busch aus Mokabi und Vaalbüschen (Maratomaro und Dornvaalbusch). Andere Bäume, z. B. Mochalu, Moloto, sind nur vereinzelt zu finden.

An anderen Stellen wiederum, z. B. in der Zentralsenke des Ngamirumpfes, beherrscht Moloto streckenweise die Vegetation und läßt außer hohem, struppigem, hartem Gras kaum andere Sträucher aufkommen. Dabei stehen die 3—6 m hohen Molotobüsche vereinzelt, bilden also einen sehr lichten Busch. Auf die Baobabs, die in den Gesteinsfeldern vereinzelt vorkommen, sei später eingegangen, ebenso auf die Palmen.



Abbildung 33. Mokropi — Boscia Pechuelii. Der Baum mit hellem Stamm rechts. Der Strauch links ist Mangana — Acacia detinens. Das Bild stammt aus dem Buschwald nahe dem Limpopo oberhalb Palla.

6) Die Vegetation der Berge.

Auf den Bergen der Kalahari entwickelt sich eine Vegetation, die an Üppigkeit und tropischer Fülle von der Vegetation der Ebenen in keiner Weise erreicht wird. Die Ursache hierfür sind wohl die höheren Niederschläge. Morula und Morotonoche sind im Sandfeld niemals, Mokumotu nur in dem Vleygebiet des Hainafeldes, Baobab nur im nördlichsten Kaukanfeld auf Sand zu finden. Sehr interessant ist das Auftreten des Mapapana auf den Tschorilobergen, ferner von Aloes am Abhang des ²Oasplateaus, im Denibtal, auf dem ²Koa ²nachahügel. Sie kommen aber auch in der Ebene auf Gesteinsboden vor, z. B. am Fuß des ²Oasplateaus und in dem Gesteinsfeld östlich des Makoko.

7) Die Vegetation des Sumpflandes.

Eine völlig neue Flora beginnt an den Flüssen mit fließendem Wasser und dem Sumpfland. Von den Steppenbäumen, die in das Grundwassergebiet übergehen, sind die hervorstechendsten Beispiele der Motswere, Mochoto, Sitsi, Mochailechaile, Moloto, Motsiara, Mochonono, Mohata, Mossu, Moga, Mangana, Mochalu (hohe Bäume), Motsantsa, Mokumotu. Dagegen sind die Hauptvertreter der obligaten Grundwasserbäume: Mokuschong, Motschaba etc., die bereits aufgeführt wurden. Von Schilfarten sind Phragmites communis, Binsen und Papyrus reichlich vorhanden.

Die Nordgrenze der Kalahariregion im Bereich des Sandfeldes.

Mit dem Sumpfland erreicht man eine neue Welt, die in das öde Sandfeld nicht mehr hineinpaßt. Zwar geht ein großer Teil der Steppenbäume in den Uferwald über, allein eine Fülle völlig neuer, in der Steppe unmöglicher Bäume zeigt doch den Beginn einer neuen Region an. Auch in dem Sandfeld mehren sich, je mehr man nach N.O. vordringt, die Zeichen, daß eine tropische Vegetation beginnen will.

Mit vollem Recht werden Baobab und Palmen als Hauptvertreter der tropischen Savanenzone angesehen, und deshalb hat man ihre Südgrenze als Grenzlinie zwischen Kalahari- und Savanenregion angenommen.

Allein diese Südgrenzen sind doch als Grenzlinien nur in sehr bedingtem Maße verwendbar. Die Baobabs namentlich treten auf isolierten vorgeschobenen Posten auf, und die Verbindungslinie durchschneidet zusammengehörige Sandfelder mit einheitlicher Vegetation. Ich möchte glauben, daß es zweckmäßiger ist, als Grenzlinie diejenige Linie anzusehen, die das Hauptverbreitungsgebiet des dornigen Waldes und der meisten Charakterbäume der mittleren Kalahari von dem mehr tropischen Laubwald vorstellt. Dadurch würde eine stärker xerophile Region des Südens von einer feuchteren Region im Norden geschieden.

Im Mahurafeld treten bereits neue Bäume auf, die im Norden weiter verbreitet sind, so z. B. Mo²Koa (Peltophorum africanum) in der Umgebung von Lechachana, ferner Mokuti (Brachystegia?) und Strychnos auf dem Loale-Mohissa-Plateau. Zwischen dem Makoko und Pompi aber spielt Mopane bereits eine große Rolle. Weiter nach Norden hin muß dann eine entscheidende Wandlung eintreten. Die Makwe-Ebene bereits trägt nach *Holub* Mopanewald. Mopane und Baobab sind ferner nach *Livingstone* auch die Charakterbäume des Makarrikarribeckens. Dazu gesellt sich, am Südrand dieses Beckens beginnend, aber auch in die Kalahari eindringend (Lotlakane) die Hyphaene. Der Steilrand von Dinokana ist mit tropischer Vegetation bedeckt. Wenn dieselbe auch ein weit nach Süden vorgeschobener Posten sein mag, dank günstiger Lage an einem den Regen auffangenden Plateaurand, so ist man anscheinend doch bereits aus der Dornbuschregion hinaus. Denn Akazien werden nicht mehr erwähnt. Daß sie fehlen, ist freilich sehr unwahrscheinlich, da ja Mochoto, Mossü und Mangana in dem südwestlichen Teil des Beckens auf den hochliegenden Platten Charakterbäume sind.

Im ganzen Madenassasandfeld scheint Mopane, Moroka und Mochonono vorzuherrschen. Dornsträucher sind auf die Umgebung der Wasserpfannen beschränkt, und zwar werden nur ganz vereinzelt Mochoto und Mangana von *Holub* erwähnt, nebst tropischen Bäumen, wie Monato, die vom Bamangwatoland bis Angola geht und der mittleren Kalahari sonst ganz fehlt. Im östlichen Madenassafeld fand *Mohr* auch Morula in der Ebene.

Man wird also berechtigt sein, die Makwe-Ebene, das Makarrikarribecken und Madenassafeld von der Kalahariregion abzutrennen und der tropischen

Savanenregion zuzuteilen. Demnach würde die Grenze vom Ngami am Botletle und am Südrand des Makarrikarribeckens entlang nach dem Nordende des Kalahariplateaus verlaufen.

Im Kaukaufeld bildet der Schadum eine wichtige Grenze. Zwar tritt schon im Süden zwischen ¹Gam und ¹Kai¹kai Peltophorum africanum auf, zwar stehen Baobabs in den ¹Kai¹kaibergen, bei Guru sogar in der Ebene, zwar beginnt die Hyphaene bei ¹Gam und bildet nördlich von ¹Garu und Tsumkwe in der Ebene direkt lichte Haine, allein eine entscheidende Wendung bringt doch erst der Schadum, ja eigentlich sogar erst der ²Kaudum. Dort bleiben die wichtigsten Charakterbäume der mittleren Kalahari zurück, wie Motswere, Mochoto, Mangana, Mossu, Motsiara, Moloto, Mochailechaile, Morama u. a. Sie wurden nördlich des ²Kaudum nicht mehr beobachtet, dagegen tritt eine Mengo neuer Bäume auf. Mopane bildet westlich Makaus Dorf eine ausgedehnte Waldinsel. Motsaoli, Mepuru, Mokuti, neue Combretaceeen, wie Massám u. a. verleihen dem ²Kungfeld nördlich des ²Kaudum einen ganz besonderen Charakter, der von dem der mittleren Kalahari absticht. Strychnos ist als ein typischer Tropenbaum auch vorhanden, wie bei Mohissa. In der Nähe des Taucho tritt südlich des Schadum bis zu den Popafällen Mokoba wieder auf, den wir vom Bamangwatoland her kennen und der hier ganz isoliert dasteht. Anscheinend fehlt er auch der nördlichen Kalahari, da ihn *Baum* nicht erwähnt.

Anbetracht solcher Verhältnisse halte ich es für richtig, als Grenzlinie den Schadum anzunehmen, ohne Rücksicht auf die südlicheren Vorposten der Palme und des Baobab. Nördlich des Schadum überwiegt der Laubwald bereits so vollständig, daß wir nicht mehr in der Lage waren, für das Vieh Kraale zu machen, weil oben die Dornbüsche fehlten.

Den weiteren Verlauf der Grenze nach Westen wollen wir im Anschluß an das Damaraland betrachten.

4) Das Damaraland.

Bei Rohoboth beginnt nach *Schinz*[16]) das Dornbuschland, als dessen Charakterbäume er die Giraffenakazie (Ac. Giraffae oder erioloba nach *Marloth*), Ac. Hebeclada (Sitsi), Terminalia prunoides (Motsiara), Ac. horrida (Mossú) nennt. Diese endet bereits im nördlichen Herreroland, ebenso die Giraffenakazie, die aber am Kunene wieder auftritt. Acacia albida, die wir vom Limpopo her kennen und die der ganzen Kalahari fehlt, ist die schönste Akazie des Herrerolandes. Sie beginnt bei Otjikango und geht im Kaokofeld bis Zesfontein.[17]) Im Süden befindet sie sich anscheinend unter ihr nicht zusagenden Bedingungen, da die Früchte wegen der Nachtfröste nicht reifen.

Die Vegetation des südlichen und mittleren Betschuanenlandes ist entschieden von dornigem Charakter, und mit Überraschung fand *Andersson*[18]) nördlich von Otjongoro plötzlich geschlossenen Laubwald, und zwar von Mopane. *Schinz* bestätigt diesen Wechsel, der auf seiner Route südlich von Otjonmngudi eintrat. Der Mopanewald zieht sich anscheinend durchs Kaokofeld, durchs Ovamboland ins Kunenegebiet hinein, umfaßt das Schellagebirge, erreicht im Osten aber nicht den Kubango.

Während das Ovamboland durch das Auftreten zahlreicher tropischer Bäume pflanzengeographisch ganz entschieden nicht zur Kalahariregion gehört, ist das Etosabecken mit seinen Aristidaflächen und Salsolabüschen ganz unzweifelhaft ein Glied derselben. Auch die erste Buschzone nördlich der Etosa, die Sandrücken mit niedrigen Combretumbüschen, Akazien und niedrigen Bauhiniasträuchern, gehören noch der Kalahariregion an. Erst mit dem Erreichen von Ondonga mit seinen Palmen, mit Diospyros und Sclerocarya beginnt die Tropenwelt.

Südlich des Etosabeckens sind die Hauptbäume Zizyphusarten, Motsiara und auch Mopane, also Laub- und Dornwald gemischt. Jedenfalls geht ein Teil

der Dornflora des Herrerelandes bis zur Etosa, und daher mag dieses Gebiet noch zur Kalahariregion gezogen werden.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, die Grenze zwischen Ondonga und dem Schadum festzustellen. Östlich von Oudonga hört die Tropenvegetation schnell auf, ein Sandfeld mit Terminalia Rautanei beginnt, in dem Mopane nur vereinzelt auftritt. Nördlich des Omuramba u Ovambo, anscheinend mit dem Beginn der Sandwellen, erwähnt *Andersson* den „Orangenbaum", unverkennbar eine Strychnosart. Dort hatte er also wohl bereits die Kalahariregion verlassen.

Demnach möchte ich die Grenzlinie vom Schadum über Dussidum nach Ondonga ziehen, nach Süden hin das Etosabecken westlich umgehend nach Otjonungundi, Otjegoro und dann nach W. zur Küste gehen.

Übrigens halte ich es für sehr wohl möglich, daß zwischen Ovamboland und Namibregion, innerhalb des Kaokofeldes, die Kalahariregion zungenförmig nach N. greift bis ins Gebiet des Schellagebirges, weil einige Charakterpflanzen derselben sich dort finden, z. B. Mangana, Motsiara, Boscia microphylla und Pechuelii, Ac. albida, Aristidagräser, Salsola aphylla. Daneben aber auch Bäume der nördlichen Region, wie Peltophorum africanum, Mopane, Monato, Baobab, Acacia arabica. Demnach vermischen sich dort die Pflanzen der beiden Provinzen.

V. Die südliche Adansonien-Savanen-Region.

Wenden wir uns nun der nördlichen Kalahari zu. Bis vor kurzem war dieses Gebiet botanisch unbekannt. Die Sammlungen von *Baum* haben uns aber mit dieser außerordentlich interessanten Flora bekannt gemacht, und *Warburg* hat die pflanzengeographischen Resultate am Ende von *Baums* Reisewerk zusammengefaßt. Daher will ich hier lediglich auf das Verhältnis der Flora der nördlichen zu der mittleren Kalahari eingehen. Beide Gebiete sind ja bezüglich ihrer Entstehungsgeschichte und ihrer geologischen Verhältnisse gleichartig, und man sollte dementsprechend auch pflanzengeographisch übereinstimmende Beziehungen zwischen Vegetation und Boden erwarten. Und das ist in der Tat der Fall.

1) Die Vegetation des tiefen Sandes.

Wie in der mittleren, so besteht in der nördlichen Kalahari weitaus der größte Teil des Landes aus tiefem Sand. Seine Farbe scheint im Norden vorwiegend weiß zu sein, nicht rot. Diese Sandflächen sind, wie im Süden, mit dichtem bis lichtem Laubwald bedeckt, einem Steppenwald, der z. T. aus denselben Bäumen besteht, die im Süden das Sandfeld hauptsächlich einnehmen. Der Zusammensetzung nach kann man drei Zonen von Steppenwald unterscheiden.

a) Der Mopanewald.

Mit dem Beginn dieses Laubwaldes ließen wir die Kalahariregion enden. Der Mopanewald nimmt, wie wir sahen, das Kunenegebiet ein, indes geht der Baum nicht in den Uferwald hinein. Er beherrscht das Kaokofeld und nördliche Herrereland, sowie das Schellagebirge. Dagegen setzt er sich nicht nach Osten hin fort. Wo er endet, ist nicht näher bekannt. Am Tschitanda erreicht er die Houtbuschzone, östlich Ondonga und südlich der Etosa scheint er bereits abzunehmen. Er fehlt dem ²Kungfeld und Kaukaufeld. Nur westlich Makaus Dorf ist er auf einer mehrere deutsche Meilen langen Fläche des Sandfeldes der Hauptbaum — ein völlig isoliertes Vorkommen. Sehr ausgedehnt ist dagegen der Mopanewald östlich des Okavangosumpflandes, nämlich vom südlichen Mabulafeld durch das ganze Madenassafeld, das Makarrikarribecken und das südliche Matabeleland. Auch im nördlichen Bamangwatoland tritt er häufig auf.

Warburg hat den Mopanewald als südlichste, relativ trockenste Zone der von *Baum* durchreisten Gegend aufgefaßt — mit vollem Recht.

b) Der gemischte Wald.

Als nächstfolgende feuchtere Zone hat *Warburg* ein Gebiet zusammengefaßt, in dem eine große Zahl tropischer Bäume auftreten, ohne Mopane. Der Hauptbaum ist der Motsaoli — Copaifera coleosperma —, daneben sind häufig 'Kai, Mochonono, Strychnos, Peltophorum africanum, Baikiaea plurijnga, Zizyphus mucronata, Parinarium Mabula. Man erkennt in dieser Zusammensetzung unschwer die Vegetation des ²Kungfeldes wieder. Diese Zone der gemischten Wälder beginnt am Tschitanda und zieht sich zwischen der Houtbuschzone und der Mopaneregion hin, zu beiden Seiten des Okavango — z. B. im ²Kungfeld. Das Oschimpolofeld mit seinen Sandwellen gehört wohl auch dieser Region an.

Östlich des Okavango gehört wohl der größte Teil des Mabulafeldes hierher, ferner der südliche Teil des östlichen Barutsesandfeldes, wo nach *Livingstone* Motsaoli und Mabula häufige Bäume sind. Ferner gehört hierher *Holubs* „Albertsland" am Sambesi, zwischen Daka und dem Batokaplateau. Dagegen muß im Batokaplateau eine neue Vegetation beginnen, da *Livingstone* dort ganz neue Bäume ähnlich denen von Pungo Andondo in Angola fand. Mit dem Erreichen des Gneis-Schieferlandes hört eben die Flora des Sandfeldes auf. Der Wechsel ist also leicht verständlich.

c) Die Houtbuschwälder.

Am Tschitanda beginnt die nördlichste Zone des Sandfeldes, die der Houtbuschwälder. Die Berlinia Baumii ist der Hauptbaum, daneben treten unsere alten Bekannten auf, 'Kai und Mochonono, erstere gerade auf den höchsten trockensten Partien mit losem Sand. Andere Bäume und Sträucher sind Motsaoli, Strychnos, Brachystegia, Grevia, Erythrina. Interessant sind ferner vor allem die Proteaceen.

Warburg meint, daß die Houtbuschzone feuchter sei als die der gemischten Wälder. Ich möchte das Gegenteil annehmen. Die Houtbuschregion bezeichnet die Zone des tiefsten Sandes und damit des trockensten Bodens. Die größere Einförmigkeit des Waldes weist auch auf eine trocknere Lage hin. Besonders aber ist die große Rolle verdächtig, die Mochonono und 'Kai spielen, die anscheinend im Gebiet der gemischten Wälder sehr zurücktreten, namentlich der erstere. *Warburg* erwähnt ihn überhaupt nicht als Baum der gemischten Wälder.

Die Houtbuschzone ist mit Sicherheit bis zum Kwando verfolgt worden, dürfte aber darüber hinausgehen und nimmt möglicherweise auch das westliche und östliche Barutsesandfeld ein.

Hiermit enden unsere Kenntnisse. Wie der Wald weiter im Norden und die Vegetation der überschwemmten Ebenen am Nyengo und Dilolo beschaffen sind, ist nicht bekannt. Sie bergen vielleicht noch manche botanische Überraschung.

2) Die Vegetation des Vleysandes.

Die Vleysandgebiete der mittleren Kalahari nennen die Buren Bonte Veld, und das „Bunte Feld" der nördlichen Kalahari dürfte ähnliche Beschaffenheit haben. Wie in der mittleren handelt es sich in der nördlichen um lokale Niederungen im tiefen Sand mit Grasland voller Bäume und Büsche. Die wichtigsten derselben sind Motsiara, ferner Akazien-Arten — also wie auf dem Vleysand — Combretum imberbe, das anscheinend den Motswere (C. primigenium) vertritt, ferner Peltophorum africanum, Diospyros Baumii u. a.

3) Die Vegetation der Flußebenen und Sumpfgebiete.

Der Vegetation des Tauchesumpflandes und der Flußufer entsprechen die Niederungswälder, die *Warburg* als besondere Abteilung ausscheidet. Es sind

die Grundwasserwälder der Flußtäler, und sie weisen die tropischsten Formen auf. Manche der Bäume gehen durch ganz Zentralafrika, wie Diospyros mespiliformis, Gardenia Thunbergii, Bauhinia reticulata, Zizyphus jujuba, ferner Ficus herreroensis, Phoenix reclinata u. a. Wichtig sind vor allem auch die Akazien. Sie sind zwar den Arten nach nicht zahlreich, aber interessant ist es doch zu sehen, daß die Dornbäume auch hier im Tropengebiet gerade die feuchten Niederungen einnehmen.

Diese Grundwasserwälder beherrschen die Flußläufe des Kunene-, Okavango- und wahrscheinlich auch des Sambesigebiets. Ferner ist es sehr wahrscheinlich, daß die Grundwasserbäume des Okavangosumpflandes sich auch weiter im Norden finden. Leider ist aber gerade die botanische Feststellung dieser Bäume nach meinen Notizen nicht gelungen.

Eine ganze Anzahl der Bäume in den Niederungswäldern der nördlichen Kalahari geht übrigens nicht in das Okavangosumpfland über, z. B. der Diospyros mespiliformis, die Bauhinia reticulata, die Gardenia Thunbergii, Zizyphus jujuba, die mir alle aus Adamaua wohl bekannt sind und mir sicher aufgefallen wären.

Ein tropischer Grundwasserwald bedeckt das Ovamboland, diese teilweise vom Kunenewasser überflutete Ebene. Ähnlich wie im Okavangosumpfland ist auch hier die Grundwasservegetation tief nach Süden vorgeschoben und ragt als fremdartige tropische Welt in das trockene Sandfeld hinein. Die Vegetation des Ovambolandes ist sehr reichhaltig. Merula ist hier ein Charakterbaum, den *Baum* in seinem Reisegebiet anscheinend nicht beobachtet hat, ferner Berchemia discolor, Hyphaene ventricosa, Diospyros mespiliformis; im nördlichen Ovamboland auch der Baobab.

Hiermit sind die hauptsächlichsten Vegetationsformen aufgezählt, die übrigen sind entweder lokaler Natur oder finden kein Analogon in der mittleren Kalahari. So gibt es z. B. keine Gesteinsfelder in der nördlichen Kalahari mit besonderer Vegetation. Vor allem tritt Kalkboden sehr zurück. Die kleine Insel mit Kalk am Teich Tschiculecandi hat vielleicht eine besondere Kalkflora; Hyphaene tritt dort auf.

Grasflächen — Sannas — sind in der nördlichen Kalahari im Sandfeld wohl vorhanden, allein unter ihnen liegt kein Kalk. Denn der Wurzelkautschuk, der sie bewohnt, meidet gerade den Kalkboden.

Nicht vorhanden, resp. nur lokal in Pfannen entwickelt ist in der mittleren Kalahari die reiche Sumpfflora der nördlichen Gebiete, die bemerkenswerter Weise auch in das Schellagebirge eindringt. Es wäre sehr wichtig und interessant, gerade die lokalen Wasserstellen der mittleren Kalahari, die Kalkpfannen und die Vleys botanisch genau zu untersuchen. Man würde vielleicht interessante Beziehungen zu der Sumpfflora des nördlichen Sandgebietes finden.

Warburg faßt das südliche Angola, d. h. die nördliche Kalahari, als besondere Unterprovinz der Baobab-Savanen-Region auf. Wohl mit Recht. Die Ursache für die zahlreichen Eigentümlichkeiten dieser Gegend dürfte aber darin zu suchen sein, daß sie, obwohl sie ein Teil des großen Kalaharisandfeldes ist und die gleiche geschichtliche Entwicklung durchgemacht hat, doch noch in die regenreiche Tropenzone hineinragt.

Anzeichen für Klimaänderungen.

Die geologischen Verhältnisse nötigten zu der Annahme einer feuchteren Periode während der Diluvialzeit und nachfolgender Abnahme der Niederschläge. Ist das richtig, so müssen auch pflanzengeographische Anzeichen dafür vorhanden sein. Gewiß werden wir im Urteil zurückhaltend sein müssen, da große Teile der Kalaharíregion botanisch noch recht wenig bekannt sind, allein man kann doch jetzt schon eine ganze Reihe von Beobachtungen anführen, die entschieden die Ergebnisse der geologischen Untersuchung zu bestätigen scheinen.

Wenn das Klima in einem Lande trockener wird, so tritt notwendigerweise eine Verschiebung ein, ein Zurückweichen der anspruchsvollen, ein Vordringen der abgehärteten Arten. Je nach der Dauer des Prozesses wird es zu einer Isolierung von Individuen, von Arten, Gattungen und Familien kommen. Alles das läßt sich in der Kalahari nachweisen.

1) Isolierung einzelner Bäume.

Wird eine Baumart verdrängt, so kommt es sehr leicht zu einer Isolierung einzelner Individuen, die aus besonderen Gründen widerstandsfähiger sind. Besonders günstige Lage auf gutem Boden, unter Windschutz, besonders kräftige Entwicklung spielen dabei eine Rolle. Solche übrigbleibenden Exemplare pflegen dann als einsame Riesen in völlig fremder Umgebung zu stehen. Beispiele hierfür sind in der mittleren Kalahari der einsame Baobab bei Tsche-in und die wenigen Riesen am Ngamifluß. Ähnliche isolierte Bäume sind die ersten Baobabs des Bamangwatolandes. Hierher gehören ferner die beiden riesigen Motsiaras im tiefen roten Sand südlich ²Ganna, der einsame Kameldorn bei ²Nakais, die absterbenden Mochotobäume N.O. von Gantsirra, die vereinzelten Mokuschongbäume im Schadumtal und an der Kraalpfanne, die Hyphaenepalmen bei Lotlokane und ¹Gam. *Schinz* zählte noch in ¹Gam (Lewisfontein) 10—15 Palmen, zu meiner Zeit war nur noch Gestrüpp vorhanden. In Lotlakane aber sind von den 26 Palmen aus *Livingstones* Zeit nur noch 3 vorhanden.

Derartige Beispiele können auf Klimaschwankungen in junger Zeit hinweisen. Sie müssen innerhalb der Lebenszeit der betreffenden Bäume vor sich gegangen sein, sind indes unsichere Anzeichen.

2) Isolierung von tropischen Arten.

Sehr viel bedeutsamer ist die Isolierung von Arten, die nur im Laufe längerer Zeiträume vor sich gegangen sein kann. Wir werden bei einer Klimaänderung im Sinne der Abnahme der Niederschläge erwarten, daß tropische Bäume in der Kalahariregion isoliert worden sind. Derartige Beispiele sind in der Tat zahlreich.

a) Isolierung von Bäumen der tropischen Sandfelder.

Der Mopane kommt heutzutage in drei Gebieten vor. Eine westliche Zone liegt im Kunenegebiet, eine östliche geht vom Mabulafeld ins Matabeleland. Beide sind groß. Aber zwischen ihnen, ganz isoliert, liegt die Mopaneinsel westlich von Makaus Dorf zwischen ²Kaudum und Schadum.

Der Mopuru und Gagaga beginnen im ²Kungfeld als Glieder einer anscheinend geschlossenen Zone, aber auf der Ostseite der Tschoriloberge, die sehr günstige Niederschlagsverhältnisse aufweisen muß, haben sie sich auch noch südlich des ²Kaudum gehalten.

Sehr interessant ist die Verbreitung des Schotenbaums Mokuti. Im ²Kungfeld nördlich des ²Kaudum ist er häufig, an den Tschorilobergen kommt er noch isoliert vor, dann aber erst wieder ganz isoliert auf der Nordostecke des Kalahariplateaus bei Loale. Da der Baum anscheinend nur auf tiefem Sand wächst, ist eine Verbindung dieses Vorkommens bei Loale mit dem ²Kungfeld von Norden her über die Makweebene unwahrscheinlich. Man muß vielmehr annehmen, daß der Baum einst die mittlere Kalahari bewohnte, aber zersprengt worden ist. Im ²Kungfeld und auf dem feuchten Loaleplateau haben sich noch Reste erhalten. Der Mokuti ist aber höchstwahrscheinlich identisch mit Brachystegia spicaeformis, einem Baum der Heutbuschwälder!

Auch der Motsaóli kommt noch in der mittleren Kalahari vor. Im ²Kungfeld ist er mit der Hauptbaum, an den Tschorilobergen tritt er isoliert auf, dann aber wieder weit im Süden in riesigen Exemplaren auf einem hohen Sand-

rücken bei Karakebis, zusammen mit dem echt tropischen Pterocarpus erinaceus. Eine Verbindung dieses Vorkommens mit dem Norden durch eine geschlossene tropische Waldzone halte ich für ausgeschlossen. Vielmehr dürfte es sich um den letzten Rest eines ehemaligen tropischen Waldes vom Charakter der „gemischten Wälder“ der nördlichen Kalahari handeln, der einst die mittlere Kalahari einnahm. An besonders günstiger Stelle hat sich dieser Wald erhalten, ähnlich dem Mokuti bei Loale.

b) Isolierung von tropischen Bäumen auf Gesteinsfeldern oder Bergen einer- und an Flüssen andererseits.

Eine Anzahl von Bäumen fehlt den Sandfeldern der mittleren Kalahari, gedeiht dagegen auf Gestein und an Flußufern. In beiden Fällen dürfte die bessere Wasserversorgung an den genannten Lokalitäten ihre Existenz ermöglichen, während die Feuchtigkeit des Sandfeldes nirgends ausreicht. Ist diese Annahme richtig, so müssen dieselben Bäume in regenreicheren Gebiet auch im Sandfeld vorkommen.

Beispiele für die genannte Gattung von Bäumen liefern Baobab, Morula und Mokumutu, alle drei tropische Bäume.

Der Baobab gedeiht in Grundwassergebieten, z. B. im nördlichen Ovambeland und im Tauchegebiet, selbst bei tiefem Sand. Auf festem Gestein der Ebene kommt er bei Guru, Tscho-in, in der Zentralsenke des Ngamirumpfes vor. Auf Sandboden ohne nachweisbares Gestein fand er sich nur in dem nördlichsten Kaukanfeld südlich des Schadum — Palmvloy und zwischen Kalkfontein und Sodanna —, wo anscheinend noch recht erhebliche Niederschläge fallen, da dort auch Hyphaene zahlreich auf Sandboden wächst.

Ähnlich steht es mit dem Morulabaum. Im Ovamboland und Tauchegebiet findet er in der Tiefe Grundwasser, auf den Bergen — Tschorilo, 'Kai'kai, Berge des Ngamirumpfes — dagegen reichlichere Niederschläge. In der Ebene der Kalahari wurde er sonst nicht beobachtet, auch nicht in Gesteinsfeldern. Erst im Bamangwatoland gedeiht er üppig im Buschwald der Ebenen auf Gestein, weiter nördlich gegen den Gwai hin auch im Sandfeld der Ebene.

Den Mokumotu, der ebenfalls im Bamangwatoland so häufig im Buschwald steht, finden wir in der Kalahari am Botletle und Ngami, auf den Bergen des Ngamirumpfes; in dem Sandfeld aber nur im Hainafeld, und zwar in den Vleysandtälern, zusammen mit üppig entwickeltem Buschwald. Das Hainafeld ist, seiner Vleyvegetation nach zu schließen, überhaupt ein relativ feuchtes Gebiet.

Hier sei im Anschluß an die drei genannten Bäume auch der Mokoba erwähnt. Dieser Baum beginnt am Makalapse, ist zahlreich in den Ebenen des Bamangwatelandes, nach *Holub* auch in der Makwe-Ebene, und geht nach diesem Autor weit in das Sambesigebiet hinein. Ob er im Makarrikarribecken und Madenassafeld vorkommt, ist trotz dieser Angabe zweifelhaft, da er nie in jenen Gebieten genannt wird — er könnte sie also überspringen und erst am Sambesi auftreten. *Baum* hat ihn in seinem Reisegebiet nicht beobachtet. Auffallenderweise tritt er, wie bereits erwähnt, zwischen den Popafällen und dem Schadum reichlich auf und bildet sogar südlich dieses Flußbettes bei Dilatächos Dorf hohe Bäume. Es handelt sich sicherlich um eine zwischen Sandfeld und Sumpfland eingeproßte, von dem Hauptgebiet völlig isolierte Insel.

Alle die aufgeführten Bäume gehören also der Tropenzone an, finden sich aber in Form isolierter Inseln von dem Hauptgebiet losgerissen in ihnen fremder Umgebung, und zwar in der Umgebung von Bäumen der trockeneren Kalahariregion. Sollten nicht einst die genannten Bäume bei feuchterem Klima in den Sandfeldern der mittleren Kalahari tropische Wälder gebildet haben, wie heutzutage noch im Bamangwatoland und der nördlichen Kalahari? Die Abnahme

der Niederschläge könnte diese Wälder vernichtet haben und nur an isolierten günstigen Stellen noch Reste der Bäume erhalten sein.

3) Isolierung anspruchsvoller Arten der Kalahariregion.

Die Trennung der tropischen Region von der Savanenregion ist künstlich, und künstlich auch die Sonderung der Flora in Arten der Kalahari und der Tropen. Selbstverständlich finden bezüglich des Feuchtigkeitsbedürfnisses, der Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit etc. allmähliche Übergänge statt. Man könnte sich also sehr wohl vorstellen, daß anspruchsvollere Bäume der Kalahari ein ähnliches Schicksal gehabt haben, wie die aufgeführten Tropenbäume, daß sie ähnlich in getrennte Regionen auseinandergesprengt worden sind. Tatsächlich scheint das zwei Baumarten passiert zu sein, die beide noch der Kalahariregion angehören, aber doch stark zur Tropenzone hinneigen, der Acacia albida und der Mundulea suberosa.

Die Acacia albida steht als Grundwasserbaum in gewaltigen Exemplaren auf Sandboden am Limpopo, also jedenfalls ganz unabhängig von Felsboden und regenreicher Höhenlage. In dem ganzen weiten Sandfeld der Kalahari fehlt sie, wie auch *Schinz* angibt, im Okavangosumpfland wurde sie nie beobachtet, und ebensowenig fand sie *Baum* in der nördlichen Kalahari. Erst im Damaraland tritt sie wieder auf, und zwar in Flußtälern des Küstengebiets, wo sie Grundwasser findet. Ein drittes, wohl auch isoliertes Vorkommen soll im Schellagebirge liegen.

Die Mundulea suberosa bildet am Ostrand der Kalahari auf dem Plateau im mittleren Betschuanenland nach *Livingstone* leckere Bestände. Sie ist häufig bei Mabäle a pudi. Ferner ist sie von *Baum* am oberen Kubango gefunden worden, und eine Mundulea kommt auch im Schellagebirge vor. Sehr merkwürdig nun ist das völlige Fehlen dieses durch seine hellblauen Blütentrauben sehr auffälligen Baumes in der ganzen von mir besuchten mittleren Kalahari — die eine so weit abliegende Kalkpfanne des Chansefeldes [2]Gasse ausgenommen. Dort fand ich ihn in mehreren Exemplaren auf dem Kalkgeröll der Pfanne Anfang Oktober 1897 blühend.

Wie derartige Isolierung zustande kommt, davon kann man sich theoretisch leicht ein Bild machen. Eine ganze Reihe von Bäumen flieht entschieden den tiefen roten Sand, wächst dagegen auf Vleysand, Gestein oder in der Nähe von Flüssen und in trockengelegtem Sumpfland. Nehmen wir nun an einmal, daß die Niederschläge abnehmen und damit die Steppe unwirtlicher wird, andererseits, daß durch zoogene Windsaigerung der Vleysand in reinen Sand verwandelt wird. Die Folge davon wäre, daß die Bäume das Sandfeld verlassen.

So würde der Mochoto, der sich schon heutzutage in dem Vleybusch und in den Gesteinsfeldern nicht wohl fühlt, wohl sehr schnell auf sein heutiges Lieblingsgebiet, das trockengelegte Sumpfland beschränkt werden.

Motswere bevorzugt heutzutage die Flußufer (Botletle) und kalkreichen Gesteinsfelder, während er im Sandfeld nicht gut fortkommt. So sind denn heutzutage bereits zahlreiche große Motswerebäume eigentlich nur im Limpopogebiet und Okavangosumpfland nebst Botletle, im Chanse-Kaukaufeld und Damaraland zu finden. In den Zwischengebieten fehlt er zwar nicht, allein der Habitus der Bäume zeigt doch deutlich, daß sie nicht zur vollen Entwicklung gelangen. Eine Isolierung würde also bei weiterer Abnahme der Niederschläge bald erfolgen, und schließlich würden auch in seinen jetzigen Lieblingsgebieten nur einsame Riesen sich halten, ähnlich den Baobabs heutzutage.

Länger würden sich wohl diejenigen Bäume behaupten, die an Flüssen, in Gesteinsfeldern und auf Vleysand gleich gut fortkommen, also z. B. Mangana, Motsiara, Mega, Mochalu, aber auch bei ihnen müßte es schließlich zu einer

Verschiebung nach dem feuchteren Norden und zu einer Flucht aus dem umgewandelten Vleysand kommen, während genügsamere Bäume, z. B. die des roten Sandes, ihr Stelle einnehmen.

4) Die Isolierung der Bergbäume.

Interessant, aber vorläufig nicht verwertbar ist das isolierte Auftreten von Bäumen, die nur auf Bergen und Felsen wachsen. Dazu gehört der **Mapapaua**, der auf den Bergen des Matabelelandes, auf den Tschorilobergen und im Damaraland auftritt, ferner **Aloe-Arten** — Bamangwatoland, Sandsteinflächen am Makoko, ²Oasplateau, Denibtal, ²Koa²nacha-Hügel, Damaraland. Der ²Ka-Baum wurde bisher nur in den ¹Kai¹kaibergen beobachtet.

5) Die Flora der Ufer am Okavango und Limpopo.

Im großen und ganzen scheint die Ufervegetation des Kunene-, Okavango-, Sambesigebiets einander recht ähnlich zu sein, wenn auch manche Bäume dem Tauchegebiet fehlen und die Charakterbäume dieses sich noch nicht botanisch bestimmen lassen. Dagegen scheint ein scharfer Gegensatz zwischen dem Okavangosumpfland und Botletle einer- und dem Limpopo andererseits zu bestehen. Mir ist auch nicht ein einziger typischer Uferbaum bekannt, der in beiden Gebieten vorkäme. Die Steppenbäume, die sich im Uferwald finden, sind die gleichen, wie z. B. Motswere, Mochoto, Mochalu, Mangaua, Moga, Mossü u. a., die typischen Flußbäume dagegen sind durchaus verschieden. Der Morubu z. B. wurde nie am Botletle u. s. w. beobachtet, und andererseits niemals der Mokuschong, Motschaba, Motsibi, Mocholi u. a. am Limpopo. Auch der Papyrus, der im Kunene-, Okavango-, Sambesigebiet überall üppig gedeiht, fehlt dem Limpopo ganz.

Diese Anschauung wird völlig bestätigt durch die Sammlungen von *Baum*. Die Wasserflora des Kunene-Kubango-Systems weist ganz auffallend zahlreiche endemische Arten auf und zeigt keinerlei Verwandtschaft mit dem Limpopogebiet.

Diese Verschiedenheit der Wasserflora ist ein starker Hinweis darauf, daß das Makarrikarribecken niemals mit dem Limpopo in Verbindung stand und daher kein Austausch der Wasserflora stattfand.

6) Baobab, Hyphäne und Murula im Ovamboland.

Schinz hat die Ansicht ausgesprochen, daß die genannten Bäume im Ovamboland als Fremdlinge daständen. Sie gehörten in die offene Savane und nicht in den jetzt bestehenden Wald. *Warburg* folgert daraus mit Recht, daß dann das Klima früher trockener gewesen sein muß und infolge zunehmender Feuchtigkeit der Wald die Savane verdrängt habe. Er leugnet aber Anzeichen für größere Trockenheit in relativ junger Zeit und möchte das Auftreten der genannten Bäume durch lokale günstige Lebensbedingungen erklären.

Was den **Morula** betrifft, so möchte ich durchaus leugnen, daß er den Wald meidet. Ich halte ihn für einen echten Waldbaum. Im Matabeleland, am Botletle, auf den Bergen der Kalahari gedeiht er prächtig im tiefsten dichtesten Wald.

Ähnlich steht es mit dem **Baobab**. Am Kongo ist er nach *Pechuel-Lösche* ein Kind der offenen Savane und findet sich nie im Wald. In der Kalahari ist das nicht der Fall. Zwar ist er dort nicht an den Wald gebunden, im lichten Buschwald entwickelt er sich gut — auch junge Exemplare — nirgends aber gedeiht der Baobab so üppig und in solchen Mengen, wie in dem dichten Wald der Kwebeberge. Ebenso findet er sich im hohen dichten Uferwald des Ngamiflusses, wo ganz sicher seit der Lebenszeit der Baobabs dichter Wald geherrscht hat. Denn sie stehen am Ufer eines ehemals wasserreicheren Flusses. Demnach scheint der Baobab kein absoluter Feind des Waldes zu sein.

Anders steht es mit der Hyphäne. Sie fand ich nie im Wald, stets in der offenen Graslandschaft oder in lichtem Buschwald. Allein nach den Photo-

graphien Dr. *Hartmanns* und nach der Darstellung von *Schinz* selbst stehen sie auch im Ovamboland nicht im Wald, d. h. also es ist kein Beispiel dafür bekannt, daß die Hyphäne, dieses Kind der offenen Landschaft, von andrängendem Wald eingeschlossen und erstickt worden ist. Wenn sie im Ovamboland im Rückgang begriffen ist, so kann die Ursache hierfür, außer künstlicher Vernichtung durch Grasbrände und Umhauen, höchstens in Abnahme der Niederschläge gesucht werden. Ein Beweis für ein ehemals feuchteres Klima ist ihr Auftreten im Ovamboland doch wohl nicht.

7) Die altertümliche Wüstenflora.

Warburg vertritt die Ansicht, daß sich das Klima Angolas seit sehr langer Zeit nicht geändert habe. Denn so eigentümliche, differenzierte und alleinstehende Formen, wie Welwitschia, Acanthosicyos, Pachypodium, Sesamothamnus, Myrothamnus, Echinothamnus u. a., die an die Wüste angepaßt seien, brauchten zu ihrer Entwicklung lange, lange Zeiträume, und bei dem Mangel an ariden Regionen in Südwestafrika sei an eine Zuwanderung solcher Arten nicht zu denken. Außerdem fehlten der Welwitschia und Acanthosicyos in mehr nördlichen und südlichen Gegenden die Nebel.

Was den letzteren Punkt betrifft, so ist *Schinz* durchaus anderer Ansicht. Welwitschia und Acanthosicyos sind seiner Ansicht nach „entschieden vom Nebel unabhängig“ und „beziehen sämtlich ihren Wasserbedarf aus der Tiefe.“[19]) Der ersten Behauptung *Warburgs*, daß die genannten Gewächse sehr altertümliche Entwicklungsformen sind, darf man wohl voll zustimmen, aber sie allein können doch nicht die so sehr begründete Annahme einer feuchten Diluvialzeit beseitigen. Ich möchte glauben, daß diese merkwürdigen „vorsintflutlichen“ Erscheinungen die letzten Relikte einer alten tertiären (?) Steppenflora sind, die Südafrika während der früheren trockeneren Perioden bewohnte. Damals müssen trockene Steppen von sehr großer räumlicher Ausdehnung vorhanden gewesen sein. Das letztere ist aber ein wichtiger Punkt. Denn wenn sich so zahlreiche seltsame Pflanzen, die auf weite Entfernungen hin keinerlei Verwandte besitzen, ausbilden sollen, so sind nicht nur lange Zeiträume, sondern auch große Gebiete mit genügender Ausbreitungsmöglichkeit und genügender Abwechslung der Bedingungen notwendig. Es ist kaum denkbar, daß sich so zahlreiche, von völlig verschiedenen Familien abstammende Relikte in dem schmalen Wüstenstrich entwickelt haben sollten. Während der tertiären Übergangszeit waren aber wohl in Südafrika ausgedehnte Wüstensteppen vorhanden. Dann hatten die Pflanzen den notwendigen Spielraum zur Wanderung und Entwicklung. Dann ist es auch verständlich, daß so zahlreiche Sonderlinge auf den schmalen Küstenstrich, der allein Wüste blieb, zurückgedrängt worden sind.*)

Freilich darf man sich nicht unklar darüber sein, daß wir hier vor einem sehr schwierigen Problem stehen. So auffallend differenzierte, und zwar gerade xerophile Gewächse, wie Welwitschia, Naras etc., sind gegen Umwandlung der extremen Lebensbedingungen, denen sie angepaßt sind, sehr empfindlich. Die Annahme, daß sie eine so auffallend niederschlagsreiche Periode wie die Pluvialzeit haben überwinden können, widerspricht also durchaus den botanischen Erfahrungssätzen. *Warburg* hat daher von seinem Standpunkt aus recht, auf ein seit undenklichen Zeiten unverändertes Klima in Südafrika zu schließen.

Beseitigen lassen sich die Gegensätze in der geologischen und botanischen Forschung z. Z. nicht, allein folgende Verhältnisse der Küstenwüste mögen zur Milderung dieser Gegensätze herangezogen werden.

*) Noch in einem anderen Gebiet ist möglicherweise die alte tertiäre (?) Steppenflora erhalten geblieben, nämlich auf der Insel Sokotra, wo sie vor Masseneinwanderung bewahrt blieb. Die „Dickhäuter“ unter den Pflanzen, die für jene Insel charakteristisch sind, haben so eigentümlichen, altertümlichen Charakter, daß sie zu der heutigen Flora nicht mehr passen.

Die Namib ist zwar eine der regenärmsten Gegenden der Welt, allein die Luftfeuchtigkeit ist trotzdem sehr hoch, die Niederschläge in Form von Nebel und Tau bedeutend. Sie ist also eine „feuchte Wüste“, wie *Supan* solche Regionen genannt hat. Die Pflanzen wachsen also tatsächlich nicht in trockener Wüstenluft, sondern in feuchtem Seeklima, sind also nicht Wüstenpflanzen, wie z. B. in kontinentalen Wüsten. Könnte dieser Umstand nicht ihnen geholfen haben, die Pluvialzeit zu überstehen?

Wenn ich den Versuch gemacht habe, eine Darstellung der pflanzengeographischen Verhältnisse Südafrikas zu geben, so bin ich mir wohl bewußt, daß solche Darstellung aus der Feder eines Nichtbotanikers nur einen beschränkten Wert haben kann. Aber sie gibt die Vorstellung wieder, zu der ich auf Grund persönlicher Beobachtungen über die heutige Pflanzenwelt und auf Grund der geologischen Forschung gelangt bin, und ist deshalb vielleicht auch für den Botaniker von Fach von einigem Nutzen.

Anmerkungen.

[1]) *Griesebach*: Die Vegetation der Erde. Leipzig 1872.
[2]) *Bolus*: Grundzüge der Flora von Südafrika. Leipzig 1888.
[3]) *Rehmann*: Vegetationsregionen Südafrikas.
[4]) *Drude*: Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890.
[5]) *Engler*: Über die Frühlingsflora des Tafelberges bei Kapstadt. Notizblatt des Königl. botan. Gartens zu Berlin. Appendix XI. 1903.
[6]) *Pechuel-Lösche*: Zur Kenntnis des Herrerolandes. Ausland 1886.
[7]) *Schinz*: Deutsch-Südwest-Afrika. Oldenburg u. Leipzig 1891.
[8]) *Baum*: Kunene-Sambesi-Expedition. Berlin 1903. S. 453 ff.
[9]) — l. c. S. 484.
[10]) *Bolus*: l. c. S. 28.
[11]) — l. c. S. 31.
[12]) *Livingstone*: Missionsreisen. Bd. I. S. 124/125.
[13]) *Drude*: l. c. S. 473.
[14]) *Marloth*: Die südöstliche Kalahari. Botan. Jahrb. VIII.
[15]) *Livingstone*: l. c. I. S. 130.
[16]) *Schinz*: l. c. S. 465.
[17]) — l. c. S. 466.
[18]) *Andersson*: Der Okavangostrom. Leipzig 1863.
[19]) *Schinz*: l. c. S. 475.

Schlußwort.

Wir stehen am Schlusse der Untersuchungen. Wenn wir uns auch nicht verhehlen können, daß die Resultate nur in wenigen Punkten Positives aufweisen, in den meisten Fällen vielmehr nur die Möglichkeit dieser oder jener Erklärung der beobachteten Erscheinungen erörtert werden konnte, so ist vielleicht doch bis zu einem gewissen Grade ein Einblick in die interessanten Probleme gewonnen worden, die das öde Sandfeld der Kalahari bietet.

Auf diese Probleme noch einmal einzugehen, dürfte wohl kaum nötig sein, indes sei auf einige Punkte doch kurz hingewiesen.

Bezüglich der geologischen Erforschung des Festlandsockels werden wir wohl noch mancherlei Überraschungen erleben. Jeder Tag kann durch neue Funde die in diesem Buche geäußerten Anschauungen umwerfen.

Die Hauptprobleme bot uns die lange Kontinentalperiode zwischen dem Paläozoikum und der Pluvialzeit. Während sonst der Geologe nicht sowohl die Geschichte der Länder, als der Meere oder Landseen erforscht, indem er ihre Ablagerungen verfolgt, haben wir es in der Kalahari mit rein kontinentalen Bildungen zu tun. Der Geologe sieht sich in diesem Sandfeld ähnlichen Aufgaben gegenübergestellt, wie in unseren Glazialgebieten. Wie sich hier das Studium dem Verlauf der Eisströme, ihren Druckwirkungen, ihrer Herkunft und Verbreitung an der Hand der Geschiebe, der Zahl der Vereisungen u. s. w. zuwendet und bereits eine Fülle von interessanten Resultaten ans Licht gebracht hat, so würde eine systematische Erforschung der Kalahari den Verlauf der alten Flußsysteme, die Lage und Ausdehnung der Sumpf- und Seengebiete zu verfolgen haben. Flußsandgebiete wären zu unterscheiden von Dünenfeldern, die vielleicht in trockenen Interpluvialzeiten entstanden, und schließlich wäre die letzte Ausgestaltung des Sandfeldes am Ende der Pluvialzeit und die Umwandlung der Sedimente unter Mitwirkung der Tierwelt genauer zu erforschen. Wie in unserem Diluvium wäre ein ganzer Stab von Geologen notwendig, um in jahrzehntelanger Arbeit die geologische Geschichte des Landes klarzustellen.

Während aber die älteren Formationen — von einigen tertiären Ablagerungen abgesehen — in unseren Diluvialgebieten bereits marine Bildungen sind, also wieder eine Erforschung der Meere in den Vordergrund tritt, sind in der Kalahari nur kontinentale Bildungen zu finden, und zwar nur teilweise Wasserablagerungen. Die meisten Bildungen sind unter dem spezifischen Einfluß atmosphärischer Einwirkungen entstanden. Letztere zu erkennen, sie richtig zu erklären und die Schlüsse auf die geologische Geschichte des Kontinents zu ziehen — darin liegt

der eigenartige Charakter der geologischen Forschung in der Kalahari, ja vielleicht in den meisten Gebieten Afrikas, soweit nicht jüngere Meerestransgressionen die Spuren der Kontinentalzeit verwischt haben. Die Aufgaben sind sehr interessant, aber auch sehr schwierig. Aus der merkwürdigen Oberflächenbeschaffenheit der Ebenen, der Bildung eckigen frischen Schutts, aus Verkieselung, Salzpfannenbildungen und Anhäufung von Sandmassen wurde auf ein trockenes Wüstenklima geschlossen.

Zukünftige Untersuchungen werden zeigen, inwieweit die hier entwickelten Ansichten bestätigt werden oder zu modifizieren sind. Mein Hauptwunsch ist, daß sie zu neuen Forschungen anregen und daß dadurch unsere Kenntnisse dieses in geologisch-geomorphologischer Hinsicht noch recht wenig bekannten Kontinents gefördert werden.

Gern hätte ich das Gebiet der physischen Geographie überschritten und auch den Menschen in dem Kampfe mit der herben Natur, den trockenen Steppen und dem fast noch feindlicheren Sumpflande in den Bereich der Betrachtung gezogen. Das Thema wäre sehr interessant und ist für den Geographen unentbehrlich. Allein bei dem Umfang, den das Buch bereits gewonnen hat, schien es zweckmäßiger, sich zu beschränken, und so hoffe ich in einer besonderen Arbeit die Lücke bald ausfüllen zu können.

Bemerkungen zu der Aussprache.

Im allgemeinen wurde die deutsche Schreibweise angewandt und nur da, wo dieselbe versagte, zu Hilfsbuchstaben gegriffen. So wird das weiche französische j ebenfalls durch j wiedergegeben, während y unserem j entspricht.

s ist stets weich, ss scharf, ts = z.

Holländische und englische Worte wurden selbstverständlich in der diesen Sprachen eigentümlichen Orthographie wiedergegeben, also z. B.

Laagte	ausgesprochen	Lachte.
Groot	„	Chröt.
Vley	„	Vleh.
Revier	„	Refīr.

Eine Erklärung verlangen eigentlich nur die Zeichen für die Schnalzlaute. Da ich die *Krönleinschen* Zeichen nicht beherrschte und mich unterwegs auch nicht über sie informieren konnte, so machte ich mir ein eigenes System zurecht, und zwar wählte ich Zahlen, nach der wechselnden Stellung der Zunge von vorn nach hinten.

[1] = Zungenspitze gegen die Zähne gepreßt = Dentalis |

[2] = Zunge gegen den harten Gaumen hinter den oberen Schneidezähnen gepreßt = Palatalis ǂ

[3] = Unterseite der Zunge gegen den harten Gaumen unterhalb der Chuanen (hinterer Naseneingang) gepreßt und energisch nach vorn geschleudert = Gutturalis !

[4] = Zunge gegen eine Seite der Zähne gepreßt = Lateralis ‖.

Diese Zeichen sind also lediglich Verlegenheitszeichen. Ich habe sie aber doch beibehalten, weil ich nicht imstande bin, sie nicht immer mit genügender Sicherheit mit den üblichen Zeichen zu identifizieren und überlasse es besseren Sprachkennern, die gewünschte Übereinstimmung später herbeizuführen. Übrigens möchte ich feststellen, daß *Lichtenstein* sich derselben Zeichen, wenigstens von [1] und [2], bedient hat, und zwar mit genau derselben Bedeutung, wie ich an einigen seiner Buschmannworte feststellen konnte. Ich habe die Zeichen *Lichtensteins*, ebenso wie sein Werk, nicht gekannt, als ich meine Zeichen wählte, und ich muß gestehen, daß ich die Methode, die Schnalzlaute nach der Stellung der Zunge im Munde zu numerieren, für zweckmäßiger halte, als die üblichen Striche, Kreuze und Ausrufungszeichen, unter denen man sich beim besten Willen nichts denken kann und die man mechanisch auswendiglernen muß.

Anhang II.

Bemerkungen zu den Karten.

Die Karten, welche der Arbeit beigegeben sind, bestehen aus 11 Blättern.

Blatt I und II.

Die Übersichtskarte umfaßt einen großen Teil der mittleren Kalahari hauptsächlich zwischen folgenden vier Punkten: Palapye, Rietfontein, Andara und den Viktoriafällen.

Die Konstruktion der Karte erfolgte hauptsächlich auf Grund folgender Aufnahmen.

1) Die amtlich festgelegte Lage von Palapye wurde für den östlichsten Teil der Karte maßgebend.

2) Von Palapye geht die Route nach dem Ngamisee ab, die Mr. Clarke im Jahre 1896 aufgenommen hat, und zwar mit Kompaß, 2 Treeheametern an Wagen und astronomischen Ortsbestimmungen mit einem Casellaschen Theodeliten. Die Breiten wurden durch N.-S.-Meridianhöhen, die Längen durch Zeitübertragung gewonnen. Leider standen mir zur Konstruktion der Karte nicht die zahlenmäßigen Ergebnisse der astronomischen Beobachtungen zur Verfügung, sondern nur eine Karte, die Clarke im Maßstab 8 miles : 1 inch konstruiert hatte. Clarkes Aufnahmen wurden im Mai 1897 bis Rietfontein ausgedehnt.

3) Colonel *Gould Adams* reiste im Jahre 1896 von Mafeking über Lehututu, Chanse, Maschabing, Andara nach Lialui am Sambesi. Er nahm zahlreiche Breiten und Zeitbestimmungen mit einem Sextanten. Seine Chronometer sollen ausgezeichnet gewesen sein, seine Beobachtungen zuverlässig.

4) Nach Clarkes Ausscheiden aus der Expedition habe ich im Chansefeld zahlreiche Routen mit dem Kompaß aufgenommen. Dann im westlichen Okavangobecken, im Kaukaufeld, ²Kungfeld und im Tauchegebiet zahlreiche Breiten und eine Längenbestimmung in ²Garu und Guru mit einem Casellaschen Sextanten, der der Royal Geographical Society in London gehörte, neben den gewöhnlichen Routenaufnahmen mit Uhr und Kompaß gemacht. Nach eigenen Routenaufnahmen, aber mit Benutzung der astronomischen Festlegung von Mohissa und Iukauani durch Clarke wurden die Wege zwischen den genannten beiden Punkten und Palapye gezeichnet.

Auf Grund dieser 4 verschiedenen Aufnahmen wurde im Jahre 1899 eine Karte konstruiert, die der British West Charterland Ltd. übergeben wurde. Als maßgebend wurde angenommen die Position von Palapye und die Punkte der Route *Gould Adams* von Chanse über den Ngami nach Andara. Infolgedessen rückte Rietfontein auf nahezu 20° 52′, also 8′ westlicher als auf Clarkes Karte, und alle Orte wurden dementsprechend der Länge nach verändert und zwischen

Palapyo und Chanso eingepaßt. Kwobo kam dadurch auf don 23° östl. L. zu liogon.

5) Im Jahro 1903 wurde die trigonometrisch festgelegte Position von Rietfontein bekannt und konnte bei der Zeichnung vorliegender Übersichtskarte noch benutzt wordon. Eino nouo Vorschiebung trat ein, und zwar zu Gunsten der Aufnahmen Clarkes, die von den trigonomotrischon Worten nur um 3′ abwichon. Auf diese Weiso erhielten dio Plätze zwischon Rietfontein, Palapye und Andara dio eingezeichnoten Positionen.

6) Für den N.O. der Karte wurden die Aufnahmen von *Reid* als Grundlage gewählt, und zwar Kasungula an der Einmündung des Kwando in den Sambesi und ferner die Viktoriafälle. Letztere liegen nach *Holubs* und *Mohrs* Aufnahmon sehr viel östlicher, haben dagegen annähernd dio Lage, dio ihnen *Livingstone* als erster Boebachtor gab.

Auf diese Weise wurden dio Hauptpunkte bostimmt und dio Routen der verschiedenen Reisenden — z. B. *Livingstone*, *Baines*, *Chapman*, *Mohr*, *Holub*, *Schulz*, *v. François* u. a. — ihnen angepaßt. Im allgomoinon dürfte so das Kartenbild richtig soin, allein in einzolnen Punkten herrscht doch noch Unsicherhoit.

a) Dio Lage von Andara ist wahrscheinlich unrichtig. Sio wurde zunächst aus den astronomischen Aufnahmon *Gould Adams* und meinen eigenen Routen und Breiten gefunden. Dann rückte sie — entsprechend der gesamten Vorschiebung — nach Osten, als die trigonometrische Bestimmung Rietfonteins als Grundlage angenommen wurde. So kam Andara auf rund 21° 30′ östl. L. zu liegen. Mit dieser Lage stimmten nun aber die bisherigen Aufnahmen nicht überein. Sowohl nach *v. François*, als nach *Schulz* und *Gibbons* liegt der Punkt westlicher. Ich selbst habo auch, indem ich *Gould Adams* Längo annahm, meine eigenen Aufnahmen im Kungfeld zusammendrängen müssen. Daher glaube ich, daß Andara um 7′—15′ westlicher liegt als auf meiner Karte. Ich habe die einmal angenommene Länge indes beibehalten, weil für das ganze Gebiet zwischen Chanse und Andara *Gould Adams* Positionen einmal als Grundlage gewählt waren und dio Verschiebung eines Punktes dieser Reihe ohne völlige Umwerfung der gewählten Grundlage nicht möglich war. Auf dor inzwischen bei Dietrich Reimer erschienenen „Kriegskarte von Deutsch-Südwestafrika" ist Andara auf meinen Rat auf 21° 15′ gelegt worden.

b) Der Lauf des Kwando ist unsicher. Das Südufer dieses Flusses ist nach don Aufnahmen von *Schulz* und *Reid* gezeichnet, die bis auf den untersten Teil vor der Einmündung befriedigend übereinstimmen. Das Nordufer der *Reid*schen Karte stimmt nun aber absolut nicht überein mit der Breitenbestimmung *Livingstones* von Linyanti. Dieser Ort lag nach *Livingstone* auf dem Nordufer des Kwando, der an dieser Stelle nur einige hundert Ellen breit war. *Reid* verlegt aber das Nordufer des Kwando sehr viel nördlicher, so daß *Livingstones* Linyanti nicht nur im Sumpf läge, sondern der Kwando an diesor Stelle sogar viele Kilometer breit wäre. Wie dor Gegensatz zu erklären ist, bleibt z. Z. ungewiß. Um ihn zu zeigen, wurde auf der Karte der Flußlauf sowohl nach *Reid* als auch nach *Livingstone-Schulz* eingetragen.

c) Das Gebiet zwischen Tamalakane und Kwando ist nur annähernd richtig. Keiner der zahlreichen Besucher dieses Gebiets — *Livingstone*, *Chapman*, *Selous* — hat eine brauchbare Karte hinterlassen. Dio vorliegende ist auf Kompaßaufnahmen des Prospektors Powrie aufgebaut, die derselbe auf einer Karte 4 miles : 1 inch der Kompagnie eingeliefert hat. Die Entfernungen waren aber einmal viel zu groß angegeben, sodann aber ist der Endpunkt am Kwando nicht sicher zu bestimmen. Derselbe soll angeblich dem alten Linyanti gegenübergelegen haben. Nur ungefähr wurde also die Route nach Richtung der Wege und im Anschluß an die *Schulz*sche Karte eingezeichnet. Dementsprechend ist denn auch die Lage der verschiedenen Orte und vor allem

der Berggruppen unsicher. Auch die Identifizierung des Gob-ha mit dem *Livingstone*schen Ngwa ist nicht sicher.

Die Karte wurde in dem kartographischen Institut von *Dietrich Reimer* konstruiert und gezeichnet, und ich bin Herrn *Moisel* für die Unterstützung bei der Konstruktion zu großem Dank verpflichtet. Für die Konstruktion und Zeichnung aller folgenden Karten bin ich persönlich verantwortlich, mit Ausnahme von Nr. 17.

Blatt III.

Karte Nr. 3 und 4.

Die topographische Grundlage für die Karte Nr. 3 lieferte eine Aufnahme von Clarke im Maßstabe 1 inch = 1 miles. Diese Karte wurde auf meinen zahlreichen Streifzügen ergänzt, namentlich für den ganzen W., S.W. und die Makabana.

Blatt IV.

Karte Nr. 5 und 6.

Die Monekauberge wurden im April 1897 von mir in der Weise aufgenommen, daß ich auf dem geradlinigen, ausgehauenen Wege eine Basis von 4 km mit Maßkette abmaß und von ihr aus die Bergspitzen mit Prismenkompaß bestimmte. Die einzelnen Routenaufnahmen mit dem Kompaß vervollständigten die Detailaufnahme. Die Lage der Berggruppe selbst wurde einerseits durch den ausgemessenen Weg, sodann durch Peilungen von den Kwebebergen und der Nordseite des Ngami festgelegt.

Karte Nr. 7 und 8.

Die topographische Aufnahme der Mabäle a pudi wurde im Mai 1897 gemeinsam von Clarke und mir ausgeführt. Als Ausgangspunkt diente die astronomisch festgelegte Perlhuhnvley. Ferner wurde die Lage der Berge durch Peilungen von den Monekaubergen und Maschabing (Ngami) recht genau bestimmt.

Karte Nr. 9.

Die Südseite des Ngami wurde von mir im August und September 1897 mit Kompaß und Schrittzählen aufgenommen. Die Ausflüge waren so zahlreich, daß sie nicht eingetragen worden sind, sondern ein geschlossenes Bild der topographischen und geologischen Verhältnisse gegeben werden konnte.

Blatt V.

Karte Nr. 10.

Die topographische Grundlage stammt fast ausschließlich von Clarke her, der im August 1897 den Flußlauf genau aufnahm. Nur Einzelheiten, z. B. die Gegend nördlich von Toting, wurde nach meinen eigenen Aufnahmen eingetragen. Die Längengrade entsprechen der ersten Konstruktion der Karte vor Einführung der trigonometrischen Festlegung von Rietfontein, sind also um ca. 15′ nach W. zu rücken.

Karte Nr. 11.

Die Tscherileberge wurden im Juli 1898 von mir mit Kompaß und Uhr aufgenommen und die Breite des Lagers II bestimmt.

Karte Nr. 12.

Der Okavango im Bereich der Kataraktenzone von Andara wurde lediglich

nach den eigenen Aufnahmen im Juli 1897 gezeichnet. Die Breite von Andara liefert die astronomische Grundlage. Die Länge ist auf dieser Nebenkarte noch nach der ersten Konstruktion gezeichnet, d. h. vor Korrektur durch die trigonometrische Festlegung von Rietfontein.

Blatt VI.

Karte Nr. 13.

Die Hauptlinien von Kuke nach Chanse und weiterhin nach Rietfontein und Sandpits wurden durch Clarke im Mai und Juni 1897 aufgenommen, aber im Oktober bis Dezember 1897 durch eigene Routenaufnahmen ergänzt. Neu waren vor allem die Routen nach ǀGagam, die Powrie mit Uhr und Kompaß aufgenommen hat, nach der Groot Laagte im Dezember 1897 und den ǀAudji im August 1898.

Karte Nr. 14—16.

Die Umgebung von Kubi und Nakais wurde mit Uhr und Kompaß aufgenommen und dürfte ein ziemlich genaues Bild geben. Dagegen fehlte mir in Okwa ein Kompaß, und deshalb sind die Richtungen, die ich nach dem Stand der Sonne bestimmte, nur annähernd richtig. Indes gibt auch diese Skizze wohl ein richtiges Bild der geologischen Verhältnisse, zumal die Lage des Flußbetts nach der Karte von *v. François* und *Fleck* kontrolliert werden konnte.

Blatt VII.

Nr. 17.

Die Aufnahme des Weges von Rietfontein nach Gobabis erfolgte mit Uhr und Kompaß. Die von mir konstruierte und gezeichnete Karte wurde im kartographischen Institut von *Dietrich Reimer* auf Grund der neuesten trigonometrischen Festlegung von Rietfontein, ²Oas und Gobabis umgezeichnet.

Nr. 18.

Die Umgebung von Rietfontein wurde im Oktober 1897 mit Kompaß und Schrittzählen aufgenommen.

Blatt VIII.

Nr. 19—21.

Das Kaukaufeld wurde mit Uhr und Kompaß aufgenommen. Zahlreiche Breiten und eine Länge in Guru stützten diese Aufnahmen.

Blatt IX und X.

Die Karten geben lediglich die Rohkonstruktion im halben Maßstab des Originals wieder, ohne Berücksichtigung der astronomischen Bestimmungen. Da sie nur den Zweck haben, die Details des Sumpflandes zu zeigen, so habe ich auf eine genaue Einpassung in die beobachteten Breiten, die sehr umständlich gewesen wäre, verzichten zu dürfen geglaubt.

Blatt XI.

Die topographische Grundlage ist ein Abdruck von „*H. Kieperts* Politische Wandkarte von Afrika“. [Neu bearbeitet von *Richard Kiepert*. Berlin, Verlag von *Dietrich Reimer (Ernst Vohsen)*].

Das geologische Kolorit stützt sich auf die Karten von *Schenck* für Südafrika, von der *Geological Commission* für das westliche Kapland, von *Molengraaff* für Transvaal, von *Molyneux* für das westliche Matabeleland, von *Kuss* für das untere Sambesital, von *Moore, Bornhardt* und *Dantz* für das Gebiet zwischen dem Sambesi und Tanganyika und von *Thomson* für das Kafue-Longwa-Gebiet. Die englischen Aufnahmen aus dem östlichen Matabeleland standen mir leider nicht zur Verfügung. In dem Katangagebiet ist *Cornets* Karte in vereinfachter Form wiedergegeben worden, indem alle Formationen, die älter als die Kundelungu-schichten sind, schematisch gezeichnet worden sind. Denn es war mir nicht möglich, die verschiedenen Formationen mit genügender Sicherheit zu gruppieren.

Ist die Übersichtskarte naturgemäß auch sehr lückenhaft und ungenau, weil die Formationen für ausgedehnte Gebiete nur nach kurzen petrographischen Angaben eingezeichnet sind, so erfüllt sie, wie ich hoffe, insofern wenigstens ihren Zweck, als sie den Umfang und die Grenzen des Sandfeldes der Kalahari deutlich hervortreten läßt und der geologische Charakter der umgebenden Ränder in großen Zügen wenigstens erkennbar ist.

Anhang III.

Bemerkungen zu den Profilen und Panoramen.

Die Blätter XII—XX geben eine Anzahl von Profilen und Kartenskizzen wieder, die ich an Ort und Stelle angefertigt habe. Die Erklärungen sind in den meisten Fällen den Blättern selbst, resp. dem Text zu entnehmen, nur für Blatt XVIII und XX ist es notwendig, die Bedeutung der Buchstaben und Zeichen hier zu bringen.

Um die Auffindung der Beschreibung im Text zu erleichtern, ist bei jeder Figur die Seitenzahl angegeben.

Blatt XVII.

Blatt XVIII.

Blatt XIX.

Blatt XX.

Alluvialschlamm. d) Schilfflächen. e) Waldinseln. f) Flußrinnen.

Fig. 2 Text auf Seite 474
a) Flußsand. b) Schlammflächen. c) Flußrinne. d) Schilfsumpf.

„ 3 Text auf Seite 476

„ 4 „ „ „ 478
a) Grundgestein. b) Kalaharisand. c) Flußsand. d) Beckenschlamm. e) Schilffläche. f) Salzmergel.

„ 5 Text auf Seite 478
a) Kalaharikalk. b) Kalaharisand. c) Chalcedonsandstein. d) Beckenschlamm. e) Schilffläche.

„ 6 u. 7 Text auf Seite 497
a) Flußsand. b) Schlammschicht. c) Sandfächer. d) Überhangendes Schlammstück.

„ 8 Text auf Seite 201

„ 9 „ „ „ 203
a) Gehöft. b) Kolke in der heutigen Flußrinne. c) Kolke in alten Rinnen.

Fig. 10 Text auf Seite 203
a) Chalcedonsandstein. b) Kalaharikalk. c) Kalaharisand. d) Flußsand. e) Alluvialschlamm.

„ 11 Text auf Seite 203
a) Schlammschicht. b) Sand. c) Wasser.

„ 12 Text auf Seite 203

„ 13 „ „ „ 207

„ 14 „ „ „ 208—209

„ 15 „ „ „ 210—211

„ 16 „ „ „ 211

„ 17 „ „ „ 226
a) Buschwald. b) Sandring. c) Schlammkalotte.

„ 18 Text auf Seite 231
a) Chausseschichten. b) Kalk. c) Kalaharisand. d) Vley.

Blatt XXI. Die Panoramen.

Die Panoramen sind nach Bleistiftskizzen gezeichnet worden.

Die Monekau-Berge, von Süden gesehen. Man steht auf der mit Gras und Busch bedeckten Grauwackenebene, die als glatte Fläche bis an den Fuß des Porphyrsockels herangeht, auf dem die Kuppen und Ketten stehen.

Die ǀKaiǀkai-Berge. Vom Pionierberg gesehen.

Die astronomischen Beobachtungen.

Im Januar 1898 übernahm ich die astronomischen Instrumente Mr. Clarkes, einen Casellaschen Theodoliten, einen Chronometer und einen Sextanten. Leider war der Chronometer nicht mehr verwendbar, und ich benutzte daher meine Glashütter Taschenuhr. Der Theodolit wurde nur auf der Reise von Chanse nach der Blaubusehpfanne und zum Tauche benutzt. In Naka a letsehwi aber wurde er in einem unbewachten Moment von Ziegen umgeworfen und ruiniert. Seitdem benutzte ich mit gutem Erfolg den Sextanten.

Die Beobachtungen bestanden in Sonnen- und Sternkulminationen, letztere möglichst N. und S. War das unmöglich, so nahm ich O.- und W.-Sterne, um die Instrumentalfehler zu korrigieren und ferner auch um Kontrollberechnungen für die Breiten ausführen zu können.

In [1]Gam, [2]Garu und Guru versuchte ich Längenbestimmungen. Die Monddistanzen von [1]Gam sind wertlos, die Mondhöhen von [2]Garu und Guru sind auch nicht glänzend, aber doch leidlich verwendbar.

Einmal wurde an der Groot Laagte die magnetische Abweichung zu $+ 22^{\circ}$ bestimmt, die Clarke für den Ngami wiederholt als $+ 21^{\circ}\ 30'$ festgestellt hatte.

Herr Dr. *F. Cohn* in Königsberg i. Pr. führte die Berechnungen aus und schrieb mir über die Resultate folgendes.

„Über die Berechnung der Beobachtungen und ihre Genauigkeit ist zu sagen:

1) Die Breiten.

Die Theodolit-Breiten mögen auf etwa 20″ genau sein. Bei den Sextanten-Messungen wurde besonderes Gewicht auf die möglichst genaue Bestimmung eines etwaigen Unterschiedes von Nord- und Süd-Breiten gelegt, da dieser alle nur einseitig beobachteten Breiten verfälschen mußte. Es zeigte sich, daß alle Höhen etwa $^1/_2{}'$ zu groß gemessen sind und daß demnach die Nordbreiten zu nördlich, die Südbreiten zu südlich erhalten wurden. Danach mußte man als Verbesserung

von Beginn — 11. 6. 98: $\mp 30''$
von 3. 6. 98 — Schluß: $\mp 20''$ an alle Nord-/Süd-Breiten anbringen.

Im einzelnen geschah dies in der folgenden Weise:

Alle Breiten, die nur auf einseitigen Beobachtungen beruhten und auch nur einseitige Zeitbestimmungen aufwiesen, erhielten direkt diese Korrektion. — Lagen

beiderseitige Zeitbestimmungen vor, so wurde das Mittel der aus ihnen sich ergebenden indirekten, aber individuellen Bestimmung und der allgemeinen angewendet, z. B. [2]Koe 27. 3. 98. Nord: — 20° 19′ 25″.

Konstanter Fehler aus den Zeitbestimmungen berechnet: — 10″
allgemein: — 30″
Mittel: — 20″

Definitive Breite: — 20° 19′ 45″.

Die beiderseitig beobachteten Breiten blieben ganz unbeeinflußt.

Natürlich bleibt die Unsicherheit der einseitigen Breiten immer noch größer als die der andern und ist auf etwa 20″—30″ zu schätzen, während die beiderseitigen wohl auf 10″—15″ sicher sein dürften.

2) Die Längen.

Völlig brauchbar sind nur die beiden Mondhöhenmessungen in [2]Garu und Garu, während die entsprechenden Messungen in [1]Gam unerklärlicherweise stark abweichen. Die Monddistanzen in [1]Gam sind für eine Längenbestimmung nicht günstig, die in [2]Garu sind allenfalls verwendbar. Reduziert man alles auf [2]Garu, so erhält man:

— 20° 42′ östl. von Grw.,

was aber 5′—10′ unsicher sein dürfte.

3) Die Deklination.

Die magnetische Deklination scheint gut zu sein.

Zusammenstellung der beobachteten Breiten.

Ort	Datum	Nordstern	Südstern	φ	Instrument
Groot Laagte	23. 1. 98	Aldebaran	Achernar	— 21° 14′ 4″	Theodolit
[2]Ganna	28. 1. 98	„	Canopus	— 20° 53′ 0″	„
Blauhuschpfanne	4. 2. 98	„	„	— 20° 34′ 58″	„
Hakobis	8. 2. 98	„		— 20° 23′ 2″	„
Omdrai	13. 2. 98		Canopus	— 20° 5′ 16″	„
Kiebitzvley	23. 2. 98	α Orionis	„	— 19° 59′ 54″	„
Nachtlager	24. 2. 98	β Tauri	„	— 19° 57′ 43″	„
Naka a lotschwi	11. 3. 98		Canopus	— 20° 15′ 18″	Sextant
Sekumis Viehkraal . . .	15. 3. 98	Pollux	ϑ Argûs	— 19° 58′ 0″	„
Reiherpfanne	19. 3. 98	Pollux		— 20° 0′ 32″	„
		Castor			„
[2]Koe	24. 3. 98	Pollux		— 20° 19′ 45″	„
		Castor			„
Hakobis	27. 3. 98	Pollux		— 20° 24′ 4″	„
		Castor			„
[1]Gam	29. 3. 98		β Argûs	— 20° 14′ 20″	„
	8. 4. 98	Sonne			„
		Regulus			„
-	9. 4. 98		ι Argûs		„
	10. 4. 98	Sonne			„
Mittagslager nördl. [1]Gam .	11. 4. 98	Sonne		— 20° 4′ 56″	„
[2]Namma	14. 4. 98	Sonne		— 19° 54′ 41″	„
	15. 4. 98		β Argûs		„

Ort	Datum	Nordstern	Südstern	φ	Instrument
[1]Kai[1]kai	18. 4. 98		β Argûs		Sextant
	27. 4. 98	Sonne			„
	28. 4. 98	„		— 19° 52′ 20″	„
	29. 4. 98	„			„
[1]Kai[1]kaiberge Standlager I	19. 4. 98		β Argûs	— 19° 48′ 34″	„
	21. 4. 98	Sonne			„
[2]Garu	1. 5. 98	Sonne			„
	1. 5. 98	α Bootis	α Crucis	— 19° 56′ 22″	„
	2. 5. 98		α Crucis		„
[2]Nausib	3. 5. 98	Sonne		— 19° 54′ 49″	„
[1]Gautscha	4. 5. 98	„		— 19° 49′ 39″	„
Guru	4. 5. 98		α Centauri	— 19° 43′ 56″	„
Tsumkwe	6. 5. 98	Sonne		— 19° 35′ 54″	„
Palmenvley	6. 5. 98		ϑ Argûs	— 19° 29′ 30″	„
Kalkfontein	8. 5. 98	Sonne	β Crucis	— 19° 25′ 5″	„
Lager zwischen Dobe und Sodanna	10. 5. 98	Sonne		— 19° 14′ 11″	„
Abendlager	10. 5. 98	γ Leonis		— 19° 10′ 6″	„
Sodanna	11. 5. 98	α Leonis	.	— 19° 2′ 5″	„
Tarikora	16. 5. 98	Sonne		— 18° 51′ 38″	„
Mittagslager	18. 5. 98	„		— 18° 55′ 41″	„
Schilfquelle	19. 5. 98	„		— 18° 57′ 0″	„
Gnuquelle	20. 5. 98	„		— 18° 58′ 24″	„
Zebravley	21. 5. 98		α Crucis	— 19° 2′ 12″	„
Kraalpfanne	24. 5. 98	Sonne		— 19° 0′ 56″	„
Lager	24. 5. 98	δ Leonis		— 18° 58′ 21″	„
Makaus Stadt	30. 5. 98	Sonne		— 18° 46′ 59″	„
Motswere Lager	1. 6. 98	„		— 18° 40′ 52″	„
[2]Nammassére Lager . . .	2. 6. 98	„		— 18° 35′ 18″	„
Bakalahari Stadt am Tanche	3. 6. 98	„		— 18° 26′ 0″	„
Kapinga	4. 6. 98	„		— 18° 24′ 40″	„
[2]Gatscha	5. 6. 98	„		— 18° 24′ 56″	„
[2]Dugamtscha	6. 6. 98	„		— 18° 23′ 43″	„
Jil [2]noa	7. 6. 98	„		— 18° 19′ 0″	„
Vley südl. Andara . . .	8. 6. 98	„		— 18° 7′ 38″	„
Andara	10. 6. 98	„		— 18° 1′ 38″	„
	11. 6. 98	β Leonis	α Crucis		„
Nördl. Tschoriloberge . .	30. 6. 98	Sonne		— 18° 36′ 2″	„
„ Quelle . .	2. 7. 98		α, β Centauri	— 18° 45′ 2″	„
Südl. Maschabes Gehöft .	7. 7. 98		α Centauri	— 18° 56′ 4″	„
Mittagslager	8. 7. 98	Sonne		— 19° 0′ 52″	„
Nachtlager	8. 7. 98	α Coronae borealis	α Centauri	— 19° 6′ 30″	„
Nachtlager	9. 7. 98		β Centauri	— 19° 13′ 31″	„
Mittagslager	10. 7. 98	Sonne		— 19° 19′ 45″	„
Massubia Stadt	10. 7. 98	Arcturus	β Centauri	— 19° 25′ 37″	„
	11. 7. 98	Sonne			„
Abendlager	11. 7. 98		β Centauri	— 19° 30′ 34″	„
Riedbocksumpf	12. 7. 98	Sonne		— 19° 35′ 39″	„
Denokaning	13. 7. 98	„		— 19° 47′ 56″	„
Nachtlager	13. 7. 98	Arcturus	α Centauri	— 19° 52′ 32″	„

Ort	Datum	Nordstern	Südstern	φ	Instrument
ˈKaifluß	14. 7. 98	Arcturus	α Centauri	— 19° 57′ 2″	Sextant
Rakinnanas Kraal . . .	15. 7. 98	Sonne		— 20° 0′ 57″	„
ˈGau = Tsac	15. 7. 98	Arcturus	β Centauri	— 20° 9′ 5″	„
Naka a letschwi	16. 7. 98		α Centauri	— 20° 14′ 22″	„
Maschabing	18. 7. 98	Arcturus	α, β Centauri	— 20° 26′ 36″	„
Wasserwagen W. ˈAudji .	21. 8. 98	α Ophiuchi	α Triang. austr.	— 21° 13′ 16″	„
Kubi	5. 9. 98	α Aquilae	α Pavonis	— 21° 6′ 43″	„
Standlager N.W. Kubi . .	3. 9. 98			— 21° 4′ 1″	„

Doppelte Bestimmungen:

Hakobis	8. 2. 98	— 20° 23′ 2″	— 20° 23′ 33″
	27. 3. 98	— 20° 24′ 4″	
Naka a letschwi	11. 3. 98	— 20° 15′ 18″	— 20° 14′ 41″
	16. 7. 98	— 20° 14′ 22″	

Schließt man hier die erste unsichere Bestimmung ganz aus, so ist φ = — 20° 14′ 22″.

Die Bestimmung der magnetischen Deklination an der Groot Laagte 24. 1. 98 gibt 22° 0′.

Anhang V.

Die gesammelten Gesteine.

Die Listen enthalten die gesammelten Gesteinsproben mit den Notizen, die Herr Professor Dr. *Kalkowsky* im Anschluß an Schliffe und chemische Reaktionen während seiner Arbeit über die Verkieselung der Gesteine in der Kalahari niederschrieb. Diese ursprünglich durchaus nicht zur Veröffentlichung bestimmten Bemerkungen machen selbstverständlich nicht den Anspruch auf ausführliche petrographische Beschreibung, sondern haben nur die Bedeutung kurzer Diagnosen. Die Schliffe befinden sich in der mineralogischen Sammlung der Dresdener Technischen Hochschule.

I. Gesteine des Kwebegebiets.

A. Chanseschichten.

1) Dichte Grauwacke mit Diabastuffmaterial. (108.)*)

An der verwitterten Oberfläche rothraunes sandiges Gestein. Auf der Bruchfläche ist das relativ frische Gestein bläulich grau, hart, quarzitisch und von 1 mm dicken blauschwarzen Bändern durchzogen. Dieselben sind aus einzelnen, z. T. voneinander getrennten Eisenglanzkörnchen zusammengesetzt. An der Oberfläche 2—3 cm tief rötlich zersetzt. Schliff: Körner von Quarz, Plagioklas, Epidot, Kalkspat und Eisenglanz. Anscheinend handelt es sich um Beimischung von Diabasmaterial zu den Grauwackenbestandteilen.

Ebene westlich der Mosseyanberge; anstehende Klippe.

2) Dichte Grauwacke. (108.)

Dichtes hellgraues quarzitisches Gestein mit Andeutungen schwarzer feiner Schichtung. An der Oberfläche eine fingerdicke hellbraune Verwitterungsrinde. Auf derselben ist die Schichtung durch 1—2 mm breite Leisten und Furchen gekennzeichnet. Schliff: Körner von Quarz, Plagioklas, Kalkspat und ganz zersetztem Titaneisen.

Ebene östlich des Standlagers I.

3) Dichte Grauwacke. (108.)

Graubraunes feinkörniges quarzitisches Gestein. An der verwitterten Oberfläche sandig. Verwitterungsrinde ca. 1 cm stark. Schliff: Körner von Quarz, Plagioklas, Kalkspat und Eisenglanz.

Ebene zwischen Standlager I und den Mosseyanbergen. Isolierte Klippe im Sand.

4) Grauwacke. (108.)

Graugrünes feinkörniges quarzitisches Gestein mit schmutzig grünem, amorphem Mineral. Ziemlich zersetzt. Rotbraune Eisenoxydhydratmassen sind neben schwarzen Eisenglanzschuppen bemerkbar, ebenso Quarz- und Feldspatkörner. Schliff: Körner von Quarz, etwas Plagioklas, Eisenglanz, Eisenhydroxyd und schmierigem, grünem Zement.

Am westlichen Fuß der Mosseyanberge, Nordende.

5) Dichte Grauwacke mit Diabastuffmaterial. (108.)

Dichtes grauviolettes homogenes Gestein. An der Oberfläche mit rotbrauner Rinde verwittert. Schliff: Reichlich Kalkspat nebst Körnern von Quarz, Plagioklas, Eisenglanz, Epidot und Chlorit.

Nordende der Bucht zwischen Mosseyanbergen und der Westkette.

Bezüglich der Struktur aller dieser Grauwacken muß man hervorheben, daß alle, ganz besonders aber die dichten Varietäten, ein sehr festes klastisches Gefüge besitzen, offenbar mit

*) Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Seitenzahl im Text. Meist — nicht immer — sind die Nummern im Text zitiert.

starker Ineinanderpressung der Gemengteile. Sie haben also, dem mikroskopischen Befund nach, energische tektonische Pressung erfahren, sind also alte Grauwacken. Ferner sei nochmals die Beimischung von Diabastuffmaterial in einigen Varietäten hervorgehoben.

6) Dichter Kalkstein. (108.)
Schwarzblauer dichter Kalkstein mit porphyrischen Kalkspatindividuen und Eisenglanzschüppchen. Schliff: Kalkspatkörner und Eisenglanzschüppchen. Alle Kalkspatkörner sind länglich gestreckt, so daß eine Parallelstruktur entsteht.
Ebene am Lager I.

7) Dichter, etwas schieferiger Kalkstein. (108.)
Völlig gleich 6), nur schieferig. Schliff gleich 6). Die Kalkspatkörner sind aber viel stärker gestreckt und bilden langgezogene, parallel gelagerte Platten. Diese Struktur weist auf energische tektonische Pressung hin.
Ebene am Lager I.

B. Totingdiabase.

8) Grüner, an Epidet reicher Diabas oder Diabastuff. (109.)
Hellbläulich, grünlich-graues, schieferiges Gestein, stark zersetzt und bröcklich, mit hirsekerngroßen grünen Epidotkörnern. Schliff: Das Gestein besteht aus Plagioklas, Eisenglanz, Strahlstein und Chlorit. Die Gemengteile haben eine auffallende Parallelstruktur, die auf starke Pressung hindeutet. Es ist entweder heller Diabastuff oder ganz umgewandelter Diabas.
Nordende der Bucht zwischen Mosseyanbergen und Westkette.

9) Epidetreicher Diabas. (109.)
Graugrün mit porphyrischen weißen Feldspäten und grünen Epidotkörnern von Hirsekerngröße. Daneben schwarze rechteckige Tafeln, 1—2 mm groß, matt. Schliff: Das Gestein besteht aus Plagioklas, Epidet, Titaneisen und uralisiertem oder aktinolithisiertem Mineral.
Diabas vom Nordostende der Zentralkette.

10) Epidetreicher Diabas. (109.)
Gleich Nr. 9, nur weniger zersetzt; mit bis erbsengroßen Epidotkörnern. Schliff gleich Nr. 9; die Plagioklase sind aber frischer. Das Gestein selbst ist massiger, härter und nicht so zerklüftet wie Nr. 9 oder gar Nr. 8.
Diabas vom Nordende der Zentralkette.

C. Quarzporphyre.

11) Blauschwarzer Quarzporphyr (Mikrogranit). (109.)
In blauschwarzer Grundmasse liegen 1—4 mm große, weiße bis leicht rötliche Orthoklase und Quarzkörner. Schliff: In rein körniger Grundmasse liegen porphyrische Körner von Quarz, Orthoklas, etwas Plagioklas, viel Eisenglanz und Muskevit.
Kwebepeak, Zentralkette.

12) Violetter Quarzporphyr (Mikrogranit). (109.)
Graurötliches bis violettes Gestein mit vereinzelten porphyrischen Quarzen und Orthoklasen. Schliff: Reinkörnige, sehr umfangreiche Grundmasse mit porphyrischen Quarzkörnern und Orthoklasen, wenig Eisenglanz.

D. Dynamometamorphe Gesteine.

13) Dichtes graurotes scheinbar felsitisches Gestein. (110.)
In grauroter dichter Grundmasse liegen vereinzelt rostrote Flecken, Quarzkörner und Eisenglanzschüppchen. Schliff: Massen trüber Substanz in Kugeln und Büscheln mit guten Interferenzkreuzen bis wandernden Auslöschungsbalken. Die Substanz ähnelt einem sphärulitischen Felsit. In den Quarzporphyren wurde solche Struktur nie gefunden. Kalkspat spärlich. Keine Breccienstruktur.
Querspalte in der Zentralkette.

14) Porphyrkonglomerat. (110.)
In dichter grauroter Grundmasse liegen eckige und abgerundete Stücke von violettem Porphyr der Kweheberge. Stücke bis faustgroß. Schliff: Grauwackenartige Grundmasse, die aus kleinsten Porphyrbrocken, Kalkspat, Neubildungen von faserigem Quarz und Glimmer liegen, mit größeren Porphyrbrocken. Deutliche Breccien-, resp. Konglomeratstruktur.
Nordostende der Mosseyan-Kette.

II. Gesteine der Südseite des Ngami.

A. Chanseschichten.

15) **Kieselige grüne Granwacke.** (161.)
Schmutziggrüne feinkörnige mürbe gehackte Grauwacke bis Sandstein mit hellen Glimmerschüppchen. **Schliff:** Quarzkörner, Chlorit, etwas Feldspat. Anscheinend krystallines Gefüge. Quarze von verschiedener Größe, aber nirgends ganz feinkörnig.
Südseite der Rengakabucht.

16) **Eingekieselter Granwackenschiefer.** (148.)
Dichtes dunkelrothraunes, etwas marmoriertes kieseliges Gestein, Modifikation der gewöhnlichen Chansegrauwacke. **Schliff:** Flaseriges Quarz-Glimmergemenge mit dunkelgrünem Apatit wie No. 289, durchzogen von Adern von Chalcedon und Calcit, die auch dünne Lagen von Chalcedon in das schieferige Gestein hineinsenden. Der Chalcedon der Äderchen ist z. T. gleich grobkörnigem Quarz. Viel Eisenglanzkörner und braunes Eisenhydroxyd. Unzweifelhaft ganz von Chalcedon durchdrungenes Gestein.
Bucht von Toting.

17) **Graue bis grünliche dichte Granwacke** mit hellen Glimmerschüppchen und grünem Epidotstaub. (177.)
In der See-Ebene, südöstlich Litutwa.

18) **Kontaktmetamorphe Granwacke.** (177.)
Dichte harte graubraune Grauwacke. **Schliff:** Quarzkörner, Feldspäte, Epidot. Reichliche Neubildung eines dichroitischen hellbräunlichen Glimmers und von großen Magnetitkristallen. Kristallinisches Gefüge.
See-Ebene, Südosten von Litutwa, 1 m von einem Gang von Totingdiabas entfernt.

19) **Kontaktmetamorphe Grauwacke.** (177.)
Dichtes dunkelgraues hartes Gestein. **Schliff:** Quarz, Feldspat, Epidot, dunkelgraugrüner Glimmer, Apatit, sehr wenig Eisenerz in anscheinend kristallischem Gefüge. Glimmer gröber als in 18.
An einem Gang von Totingdiabas, südöstlich Litutwa.

20) **Totingdiabas.** (148.)
Schmutzig grünlichbraunes, rot geflecktes Gestein mit roten Feldspäten und grünem Epidot. Stark zersetzt. **Schliff:** Ganz zersetzte Angite, Plagioklase mit Epidotkörnern erfüllt, viel Magnetit und zersetztes Titaneisen.
Westseite der Bucht von Toting.

21) **Stark zersetzter, an Epidot reicher Diabas.** Bucht von Toting. (148.)

22) **Epidotmasse.** (148.)
Dichtes schmutziggrünes schweres Gestein. **Schliff:** Besteht vorherrschend aus Epidot, dazu ganz lichter Amphibol und zu Titanit zersetztes Titaneisen. Spärlich ein farbloses Mineral (Feldspat?). Keine Diabasstruktur.
Bucht von Toting. Loses Stück.

23) **Epidotmasse.** (148.)
Stark zersetztes schmutziggrünes Gestein, im Verband mit Diabas. **Schliff:** Epidot daneben lichtgrüne Hornblende und Calcit.
Westlicher Teil der Bucht von Toting.

24) **Totingdiabas.** (148.)
Blaßgrünliches dichtes Gestein, zersetzt. **Schliff:** Strahlstein mit wenig Epidot.
Bucht von Toting, westlicher Teil.

25) **Epidotisierter Totingdiabas mit ophitischer Struktur.** (148.)
Schmutzig grünlichbraunes Gestein mit rötlichen porphyrischen Feldspäten; stark zersetzt. **Schliff:** Plagioklas voller Epidotkörner, Epidot und Biotit. Zu Titanit zersetztes Titaneisen. Einzelne kleine ganz zersetzte Olivine.
Bucht von Toting.

26) **Diabasbreccie.** (148.)
Eckige Stücke von Totingdiabas, durch jungen Kalk verkittet.
Südufer des Ngamiflusses, Toting.

27) **Zersetzter Totingdiabas mit Spuren ophitischer Struktur.** (148.)
Dichtes schmutziggrünes Gestein. **Schliff:** Epidot und Strahlstein, zersetzte Olivine spärlich.
Bucht von Toting.

28) **Totingdiabas. Epidot-Strahlsteinmasse.** (151.)
Mittelkörniges Gestein aus rötlichen Mineralaggregaten. **Schliff:** Epidot, Strahlsteinnadelhaufen und Kalkspat.
Bucht östlich vom Buschmanntal.

29) **Tetingdiabas mit reichlichem Strahlstein.** (151.)
Dunkelgrüne radialstrahlige Mineralaggregate mit gelbgrünem Epidot. **Schliff:** Strahlstein mit wenig Epidot.
Ostseite des Buschmanntals.

30) **Feinkörniger epidotisierter und chloritisierter Tetingdiabas.** (177.)
Schmutziggrüner dunkler dichter Diabas. **Schliff:** Viel Epidot und Chlorit. Titaneisen, teilweise zu typischem Leukoxen zersetzt.
Gang, südöstlich von Litutwa.

31) **Feinkörniger zersetzter Diabas.** (178.)
Dichtes dunkelgraugrünes Gestein. **Schliff:** Stark zersetztes Gestein mit Neubildung von Chlorit, Strahlstein und chloritartigem Glimmer. Titaneisen zu Titanit zersetzt.
Südlich von Litutwa.

32) **Tetingdiabas**, südlich von Litutwa. (178.)

33) **Quarzgang aus den Chansegrauwacken.** (177.)
Weißer bis rauchgrauer Quarz, wenig rostfarben mit blauschwarzem Eisenglanz.
Südlich von Litutwa.

34) **Quarzgang aus den Chansegrauwacken mit Eisenspat.** (177.)
Weißer Quarz mit großen gelbbraunen Eisenspat-Rhomboedern.
Südlich von Litutwa.

35) **Quarzporphyr.** (148.)
Schwarzblauer typischer Kwebeporphyr mit großen roten porphyrischen Feldspäten. **Schliff:** Mikrokristalline Grundmasse mit Plagioklas und Orthoklas, reich an Eisenerz, Biotit.
Bucht von Teting, loses Stück.

B. Untere Ngamischichten.

36) **Alter feinkörniger Sandstein.** (152.)
Grauwacke mit junger Chalcedoninfiltration; blaßgrünlicher feinkörniger Sandstein. **Schliff:** Sandkörner ohne Ausheilung, dicht aneinander schließend. Dazwischen geringe Spuren von Zement aus 1) Quarz und Ton, 2) Quarz und Glimmer, 3) eisenreicher dunkler Masse. Blatt 12, Fig. 3 h.
Ssepotes Kraal.

37) **Grobkörniger feldspathaltiger eingekieselter Quarzsandstein**, loses Stück.
Glasigglänzender, harter, splittrigbrechender Quarzsandstein mit roten Feldspatkörnern. **Schliff:** Oft ausgezeichnete Achatsäume um die ausgeheilten Sandkörner. Es folgt gegen das Zentrum der Interstitien entweder direkt sehr grober Calcit oder Chalcedon, der gegen das Zentrum grobkörniger wird. Das Chalcedonzement ist unregelmäßig verteilt, fehlt in größeren klastischen Körnern ganz. Die Quarzkörner sind sehr oft **ausgeheilt**, zuerst mit reinem Quarz mit Kristall-Flächen und Spitzen, dann mit Achatlagen, die eben meist in größerer Erstreckung mit dem Quarzsandkorn homogene Auslöschung haben; also zwei Ausheilungen.
Ssepotes Kraal. Westseite der Bucht von Teting.

38) **Grobkörniger Quarzsandstein.** (153, Zone c.)
Lokal Konglomerat mit Quarzgeröllen bis Faustgröße.
Bei Ssepotes Kraal.

C. Mittlere Ngami-Schichten.

I. Grüne Kalksteine.

39) **Toniger hellgrüner dichter Kalkstein.** (156.)
Blaßgrünlich feine schwarze Mangandendriten, kleinmuscheliger Bruch. Leichtlöslich in HCl. Rückstand viel feinstes graues Sediment mit schwarzen Körnchen. Der Rückstand Ton und Eisenhydroxydkörner, Glimmerblättchen. Zusammen mit dem Ton vielleicht etwas SiO^2. Mikrochemisch: Ca.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. h.

40) **Toniger hellgrüner dichter Kalkstein** = 39. (156.)
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. h.

41) **Blaßgrüner Kalkmergel.** (156.)
Mit Schmitzen von Kalksandstein, schieferig.
Ssepotes Kraal. Profil IV. g.

42) **Ziemlich stark verkieselter brecciöser Kalkmergel.** (156.)
Eckige Stücke blaßgrünen Kalkmergels in grünlichgrauer sandiger Grundmasse. **Schliff:**

Bruchstücke von stark verkieseltem mergligen Kalkstein in sandigem, etwas schwächer verkieseltem Kalk. Jung verkieselte Breccie in situ.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. e.

43) Blaßgrüner Kalkmergel, brecciös in Kalaharikalk. (156.)
Ssepotes Kraal. Östlich von Profil VIII.

II. Grauer Kalkstein.

44) Hellgrauer schwachteniger dichter Kalkstein. (156.)
Leicht löslich in HCl; schwachtrübe Lösung. Mikrochemisch Ca. Sediment: Ton und Quarze.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. k.

45) Schwachtoniger grauer dichter Kalkstein. (156.)
Durch Calcitkristalle fleckig. Leicht löslich in HCl., ziemlich trübe Lösung. Mikrochemisch Ca. Sediment: Ton und Quarze.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. k.

46) Feinkörniger dichter Kalkstein. (164.)
Graubrauner bis gelblicher oder rötlicher Kalkstein, durch feine braune Lagen dünn geschichtet. Leicht löslich in HCl. Lösung wenig trüb und wenig sandiges Sediment. Mikrochemisch Ca. Schliff: Mikroskopisch feinkörnig-kristallinischer Kalkstein mit schwachstaubigen Calcitkörnern. Stellenweise bilden sich gröberkörnige Partien heraus mit Rhomboedern. Kein Chalcedon sichtbar.
Kalkzone südlich des Aufschlusses I, Rengakabucht.

47) Dichter grauer starkmergliger Kalkstein mit Sandschnüren. (166.)
Die Sandschnüre sind als netzartige Leisten herausgewittert, bis 6 mm hoch. Löst sich leicht in HCl. Starktrübe Lösung mit viel Sediment aus Ton und Sand. Mikrochemisch Ca, etwas Mg.
Kalkzone nördlich Zone h. Aufschluß III. Rengakabucht.

48) Dichter schwachverkieselter Kalkstein. (155.)
Grauer bis leicht gelblicher oder violetter Kalkstein mit Calcitdrusen. Löst sich schwer in HCl. Schwachtrübe Lösung mit Rest des ganzen Stückes. Mikrochemisch Ca. Schliff: Kalkspat, meist von feinstem Korn und winzige Quarzsplitter. Nur an den dünnsten Stellen eines der Präparate ist zwischen Calcit noch ganz feinkörnige Chalcedonfülle sichtbar. Diese tritt jedoch in einem Streifen reichlicher auf. Schliff entkalkt; frei: Dicke schneeweiße poröse Masse. In derselben mehrfach größere und kleinere Ringe. Schliff entkalkt; bedeckt: Ganz klar und durchsichtig, zwischen gekreuzten Nicols schwache Polarisation. Körner und Splitter von Quarz und Glimmerblättchen, wahrscheinlich allothigen. Kleinste Körnchen von eisenhaltiger Substanz. Feinster Staub, offenbar feinster Chalcedon, der äußerst schwach polarisiert und alles verkittet.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. b.

49) Hellgrauer mergliger schwachverkieselter Kalkstein. (156.)
Lichtgelblichgrauer Kalkstein mit Calcitschnüren. Löst sich in HCl mit trüber Lösung. Sediment: Ton, Quarzsand und Chalcedonskelette. Mikrochemisch Ca. Schliff: Dichter Kalk mit größeren Stellen, die aus feinstem, sehr schwach polarisierendem Chalcedon bestehen. Derselbe ist mit Kalkstaub erfüllt. Quarzsplitter; Eisenhydroxydflecke; stellenweise gröbere Sandkörner und Calcitnester.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. k.

50) Grobkörniger schwachverkieselter Kalkstein. (156.)
Bräunliche walnußgroße Kugeln in lichtgrauem Kalkstein. Löst sich in HCl leicht, trübe Lösung. Sediment aus Ton, Sand, Chalcedon. Mikrochemisch Ca. Schliff: Dichter mergliger Kalk ist mit kleinen Relikten, die dem Schliff eine kleinbrecciöse Struktur verleihen, kleinkörnig geworden mit klarem Calcit. Stellenweise ist Verkieselung — feinstkörnig und schwach polarisierend — eingetreten, mit viel Calcitfetzen.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. e.

51) Dichter Kalkstein. (156.)
Gelblichgrauer gleichmäßig feinkörniger Kalkstein mit einigen rotbraunen feinen Adern und 1—3 mm dicken Adern von Calcit und Chalcedon. Schliff: Gedrängte Calcitkörner. Die Adern zeigen Calcitkriställchen, die von der Wand in den stengligen Chalcedon hineinragen.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. k.

52—53) Dichter grauer dolomitischer Kalkstein mit Netzwerk von Chalcedon. (156.)
Bis fingerdickes Netzwerk aus bläulichgrauem Chalcedon durchzieht einen grauen dichten Kalkstein. Braust mit HCl und gibt eine klare Lösung. Der Rückstand besteht aus einem mit Knirschen zerdrückbaren Chalcedonskelett mit Rhomboederpseudomorphosen. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Prachtvoller Chalcedon mit schönsten großen Sphäruliten bis quarzartig-körnig. Im zerstreuten Licht ist wenig von allem zu sehen. Im Chalcedon

staubartige Poren und etwas Eisenerz. Dolomitkörnchen liegen, abgelöst von Dolomit, auch im Chalcedon. In kleinste Bruchstücke des Dolomits ist der Chalcedon stark eingedrungen, in große aber nur in kleinen Partien. Der Dolomit der großen Stücke zeigt den Beginn der Umwandlung durch Kleinfleckigwerden, durch Herausbilden gröberen Korns, und zwar z. T. in feinstem Netzwerk.

Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Ein 70 m langes Riff, das von Nordosten nach Südwesten streicht. Östlich des Profils VIII.

54) Dichter gelber Kalkstein mit Netzwerk und Sehnüren bläulichgrauen Chalcedons. (161.)

Gibt mit HCl gelbliche Lösung mit viel weißem Sediment und kleinen Stücken zerdrückbarer Kieselskelette. Mikrochemisch Ca. Schliff: Der Chalcedon mit ziemlich guter kleinsphärulitischer Struktur. Der Kalkstein zeigt ein wenig fleckige Umwandlung, aber keine Körnchen an den Rändern. Schliff entkalkt; frei: Dünnes weißes Netzwerk. Schliff entkalkt; bedeckt: Sehr schwach polarisierend.

Außenrand des Bogens der Mittleren Ngamischichten am Ostrand der Bucht von Rengaka.

55) Halbverkieselter grauer Kalkstein. (164.)

Hellgraues hartes dichtes kieseliges Gestein mit schwarzen Flammen. Braust schwach mit HCl, aber nur in Pulverform. Mikrochemisch Ca und etwas Mg. Schliff: Gleichmäßig mit Kalkspatkörnern und -fetzen erfüllter Chalcedon; wenig Glimmerblättchen. Die Calcitfetzen geben sich, z. T. wenigstens, zu erkennen als Kerne nach R-Pseudomorphosen, die selten in zerstreutem Licht als fertige Pseudomorphosen auftreten.

Kalkzone südlich Aufschluß I. Rengakabucht.

56) Halbverkieselter grauer Dolomit. (156.)

Grauer weißgefleckter Chalcedon mit Calcitdrusen. An einer Ecke des Handstücks graubrauner Pfannensandstein. Mit kalter verdünnter HCl schwache CO^2-Entwicklung, in kochender lang anhaltend. Das Stück behält seine Form und besteht aus SiO^2; daneben Chalcedonstaub als Rest. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Kleine Dolomitkörnchen und Kriställchen umgeben alle Brocken von Chalcedon-Dolomit-Masse, die in reinem quarzähnlichem Chalcedon liegen. Schliff entkalkt; frei: Schneeweiß, bald locker, bald ganz dicht. Stellenweise kleinste Chalcedonhäufchen. Schliff entkalkt; bedeckt: Ganz klar, z. T. feinster Staub, z. T. mit feinsten zerrissenen Poren. Das Stück stammt aus einer in situ gebildeten Breccie von Botletleschichten.

Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. 50 m östlich Profil V. Tiefliegende Bank zusammen mit Nr. 60 und 69.

57) Breccie von Kalkstein in Kalksandstein. (156.)

Rundliche und eckige Stücke von rotem, violettem und grauem Kalkstein liegen unter rotem, von Kalk verkittetem Sandstein.

Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Etwas östlich Profil IV.

58) Brecciöser verkieselter Kalksandstein. (162.)

In spärlichem, glasigem, grauem Chalcedonsandstein liegen eckige Brocken von grauem, hartem Kalkstein. Braust mit HCl stark, klare Lösung; Stück bleibt erhalten. Mikrochemisch Ca. Schliff: Brocken verkieselten Kalksteins (aus Calcit und Chalcedon gemischt) liegen in Sandstein mit überreichem Chalcedonzement, das vielfach kleine Rhomboeder und Körnchen von Calcit erhält. Chalcedon rein, ohne Achat.

Rengakabucht, Südrand der Lagune am Wasserriß.

IV. Rote Kalksteine.

59) Rotbrauner mergliger dichter Kalkstein mit grobkörnigen fingerdicken Calcitschmitzen. (155.)

Löst sich unter Brausen in HCl. Trübe Lösung, Rückstand: Sand. Mikrochemisch Ca. Schliff: Große unreine Kalkspäte mit einigen Äderchen von grobkörnigem Kalkspat.

Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil I. b.

60) Dichter rosa Kalkstein mit Calcitschmitzen. (156.)

Löst sich in HCl unter Brausen. Rest eher Chalcedon als Quarzsandkörner. Mikrochemisch Ca. Schliff: Dichter Kalkstein mit mergligen Partien, im Begriff kristallinisch zu werden. Überall entwickeln sich kleine Calcitrhomboeder.

Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. 50 m östlich Profil V. Zusammen mit Nr. 56 und Nr. 69.

61) Brauner bis violetter feinkörniger mergliger Kalkstein. (155.)

Löst sich in HCl schwer; Rückstand mürbe zerdrückbare Stücke aus Ton und kleinen Quarzen. Mikrochemisch Ca. Schliff: Überall haben sich bis $^1/_5$ mm große scharfe Rhomboeder gebildet, die in größeren, einheitlich polarisierenden Kalkspatpartien liegen. Die Quarz- und Tonmasse ist dabei nicht selten lokal angehäuft oder zu Netzwerken zusammengedrängt worden, worin entschieden schon Chalcedon abgelagert ist, der schwach polarisiert.

Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil I. b.

62) Rothrauner Kalkstein. (154.)
Mit weißen Adern von Calcit. Sehr eisenreich. Muttergestein des Röteltons der Tengruben. Nahe den Rötelgruben bei Ssepotes Kraal.

63) Roter bis violetter, teils grob-, teils feinkörniger Kalkstein. (166.)
Löst sich in HCl; schwach trübe Lösung. Rückstand: Eisenglanzschüppchen und Quarzsand. Mikrochemisch Ca und wenig Mg. In den groben Partien mehr Mg. Schliff: Feinkörnige Masse und ziemlich grobkörniger Kalkstein mit viel Eisenglanz in Zügen und einzelnen oft rundlichen kristallähnlichen Körnern; auch feinster Eisenglanzstaub.
Kalkzone N. Zone h. Aufschluß III. Rengakabucht.

64) Violetter, stark mergliger Kalkstein, schwach verkieselt. (155.)
Violetter, dichter Kalkstein mit Calcitschnüren. Löst sich in HCl; trübe Lösung, Rückstand zerdrückbar; eisenschüssiger Ton und Sandkörner. Mikrochemisch Ca. Schliff: Im dichten Kalk stellenweise feine Partien von kieseliger Substanz vorhanden. Zweite Calcitgeneration auf Äderchen und in Gruppen, ist grobkörnig mit polysynthetischen Zwillingen. Hier kein Chalcedon. Schliff entkalkt; frei: Dicke poröse, schwach rötliche Masse; auffälliges Netzwerk stellenweise. Schliff entkalkt; bedeckt: Sehr viel allerwinzigste Körnchen, Glimmerblättchen, Quarzsplitter; feinste sehr schwach polarisierende Grundmasse.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. d.

65) Schwachtoniger dichter violetter Kalkstein, fleckig durch Calcit. (154.)
Gibt mit HCl trübe Lösung mit geringem sandigem Sediment aus violetten Staub- und Quarzkörnern. Mikrochemisch Ca.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil I. Harte Bank aus a.

66) Hellvioletter dichter mergliger Kalkstein. (155.)
Kalkstein mit Calcitflecken und schwärzlich geflammt. Schwach verkieselt. Löst sich in HCl. Rückstand: Stücke von unveränderter Form, die zerdrückbar sind und aus Staub bestehen. Mikrochemisch Ca, wenig Mg. Schliff: Die beginnende Verkieselung äußert sich in Fleckigwerden. Schliff entkalkt; frei: Fast weiße dicke Masse mit Zusammenballungen an Poren. Schliff entkalkt; bedeckt: Ganz klar; feinster Staub, Glimmerblättchen, wenig feinste Quarzsplitter; feinste schwach polarisierende Grundmasse von SiO^2. Eisenhydroxydpartikel.
Plateaurand südlich Ssepotes Stadt. Westlich Profil II.

67) Dichter violetter toniger schwachverkieselter Kalkstein. (156.)
Makroskopisch Chalcedonschmitzen, die herausgewittert sind. Löst sich in HCl. Sehr trübe Lösung mit kleinen und großen Stücken. Die Trübung ist rotbrauner Staub. Mikrochemisch Ca. Schliff: Im dichten Kalk bilden sich kleine, bisweilen runde Partien mit grobem Korn. Zugleich stellt sich eine Umwandlung des dichten Kalksteins in feinstkörnigen Chalcedon ein.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. m.

68) Starkmergliger violetter Kalkstein. (169.)
Mittelkörnig, schwach verkieselt, mit Lage von Rotsandstein an einer Seitenfläche. Schwerlöslich in HCl. Trübe Lösung mit Rest von ganz mürben Stücken in Ton und Quarzsand. Ob auch Chalcedon? Mikrochemisch Ca, sehr wenig Mg.
System 3, Aufschluß VIII. Rengakabucht. Langer Wall.

69) Dichter hellvioletter mergliger Kalkstein. (156.)
Mit Chalcedonschmitzen, die herauswittern; schwach verkieselt. Löst sich in HCl; trübe Lösung mit viel Sand und ganzen Stückchen. Diese aus zerdrückbarem, rotbraunem Staub und Quarzkörnchen. Mikrochemisch Ca.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. 50 m östlich Profil V. Tiefliegende Bank, zusammen mit Nr. 56 und 60.

70) Feinkörniger starkmergliger Kalkstein. (155.)
Braunviolett, mit herausgewitterten eisenschüssigen sandigen Schnüren und Schmitzen. Die verwitterte Oberfläche ist sandig. Rhomboeder-Querschnitte sind darauf sichtbar. Löst sich in HCl. Die Stücke behalten ihre Form, sind zerdrückbar mit Knirschen und rotbraun. Mikrochemisch Ca. Schliff: In an Quarzsplittern reichem Kalkstein entwickeln sich bis $^1/_2$ mm große Rhomboeder von Calcit, die Sand und Ton zur Seite drängen. Ziemlich weit vorgeschrittene Verkieselung des Mergels, indem Calcit, abgesehen von den Rhomboedern, nur in Flecken auftritt.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil II. h. Zusammen mit Nr. 88.

71) Mergliger Kalkstein. (166.)
Rotbraun und weiß geflammt, aber nicht brecciös; stark verkieselt. Schliff: Die hellen Partien sind meist reich an Kalkspat, die braunen enthalten Netzwerke von Eisenhydroxyd und viel Chalcedon nebst Ton und feinem Sand. In den hellen Partien wenig Sediment und klares gröberes Calcitkorn als erste Wirkung der Metamorphose.
Kalkzone nördlich der Zone h. Aufschluß III. Rengakabucht.

72) **Dichter rotbrauner, stark mergliger Kalkstein.** (166.)
Stark verkieselt, mit Calcitflecken. Löst sich sehr schwer in HCl, als Rest bleibt ein ganzes Stück aus Ton und Chalcedon. Mikrochemisch Ca. Schliff: Bald stärker, bald schwächer verkieselt mit kleinen Häufchenresten von Kalkspat und Schmitzen von klarem, grobkörnigem Kalkspat. Das Eisenoxydhydrat ist meist zu einem Netzwerk zusammengedrängt. Der Zusammenhang des ganzen Stückes mit geringer Sedimentbildung nach langem Kochen in HCl weist auf durchgehendes Verkieselungszement hin. Auch eine ganze Anzahl von Rhomboedern aus Calcit und Chalcedon (Pseudomorphose) ist vorhanden. Schliff entkalkt: Zeigt „Ton" und Chalcedon in lockerer zusammenhängender Lage.
Kalkzone nördlich der Zone b. Aufschluß III. Kengakahucht.

73) **Brecciöser dolomitischer Kalksandstein.** (157.)
Brocken eines roten dolomitischen Mergelkalks liegen in rotem Kalksandstein, der in Gängen und Nestern zwischen die Brocken eingreift. Löst sich in HCl. Trübe, schwachflockige Lösung, viel rotbraunes Sediment aus Ton und rotem Sand. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Im Kalksandstein Zement > Interstitialvolumen. Der Zementcalcit besteht vielfach aus Rhomboedern mit eckigem, tonreicherem Kern. Ebenso bestehen aber auch die Kalksteinbrocken aus größeren Calcitkörnchen mit Annäherung an Rhomboederform — also die gleiche Umwandlung in den Brocken und im verkittenden Kalksandstein. Es bleibt doch zweifelhaft, ob hier eine sekundäre „Breccie" vorliegt, oder bloß ein mergliger, bald sandreicher, bald sandfreier Kalkstein. Für letztere Auffassung spricht der ungewöhnliche Gehalt an rotem Ton in den sandreicheren Partien. In diesem Falle wäre das Gestein eisenschüssiger, teilweise starksandiger mergliger Kalk.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil VII d. In Fig. 11 = β.

74) **Roter brecciöser Kalksandstein.** (157.)
Rote Kalksteinbrocken. Mikroskopisch ähnlich Nr. 73, aber unzweifelhaft brecciös. Löst sich in HCl. Trübe Lösung, Sediment aus Ton, Sand und Spuren von Chalcedonskeletten. Mikrochemisch Ca. Schliff: Im Kalksandstein Zement > Interstitialvolumen. Gerundete Quarzkörner. Zement ist körniger Kalkspat. Chalcedon darin nur an einer kleinen Stelle sichtbar. In dem z. T. mergligen Kalkstein haben sich kleine Rhomboeder als erste Stufe der Umwandlung herausgebildet.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil VI. b.

75) **Brecciöser rotbrauner feinkörniger stark mergliger Kalkstein.** (169, 171.)
Kalkspatadern in braunem, grobkristallinischem Calcitgemenge; stark verkieselt. Löst sich in HCl. Lösung fast klar, das Stück behält unverändert seine Form. Mikrochemisch Ca. Fraglich, ob Breccie oder primärer Wechsel zwischen Kalk und Sandstein.
Breccie am Fuß von Wall 3, System 2, Aufschluß VIII. Kengakahucht.

76) **Roter Kalksandstein mit Brocken roten Kalksteins.** (155.)
Brocken spärlich, der Sandstein überwiegt. Löst sich in HCl; ganz klare Lösung; das Stück behält seine Form. Mikrochemisch Ca. Schliff: Die Kalkspatkörner zeigen bei rundlicher Beschaffenheit scharfe Konturen. „Wurstgeflecht." Einige fremde Gesteinsbrocken. Mehr Zement als Sand. An einigen Stellen entschieden neugebildeter feinkörniger Chalcedon als erster Beginn der Verkieselung.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Westlich Profil II.

V. Braune Kalksteine.

77) **Brauner eisenschüssiger Mergelkalk.** (153.)
Adern von gelbbraunem Calcit. Bei der Verwitterung bilden dieselben Furchen. Löst sich in HCl; gelbe Lösung; es bleiben Sediment und kleine Stückchen von rotbraunem Ton. Mikrochemisch Ca. Schliff: Mergliger Kalkstein mit Adern von grobem Korne und starker polysynthetischer Zwillingsbildung.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

78) **Brauner mergliger Kalkstein.** (153.)
Eisenschüssig, von grobkristallinisch gewordenen Schmitzen durchzogen.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

79—80) **Schwärzlicher und dunkelbrauner Kalkstein.** (153.)
Adern und Schmitzen gelben Calcits. Beim Verwittern bilden dieselben Rinnen und Gruben. Löst sich in HCl. Trübe Lösung mit Sediment und Stückchen. Beide sind rotbrauner Staub. Mikrochemisch Ca. Schliff: z. T. große unreine Calcitindividuen, z. T. schlecht radialstrahlige Calcitpartien. Etwas Chalcedon auf einer Ader und daneben im festen Gestein.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

81) **Schwärzlichbrauner mergliger Kalkstein.** (153.)
Durchzogen von einem Netzwerk grobkristallinischer schwarzer eisenreicher Calcitadern, die bei der Verwitterung in der Mitte gelb werden. Lokal 4—5 mm große radialstrahlige Partien und Partien von 1—2 mm großen Kügelchen. Löst sich in HCl; trübe Lösung mit

wenig Sediment aus Ton und Stückchen serdrückbaren Chalcedons. Mikrochemisch Ca. Schliff: Grobkörniger Kalk, z. T. faserig-strahlig.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

82) Dichter gelbbrauner Kalkstein. (153.)
Schwach verkieselt mit gekrümmten spiegelnden Calcitflächen. Löst sich in HCl unter langer CO^2-Entwicklung; fast klare gelbe Lösung. Rest des Stückes zerdrückbar. Mikrochemisch Ca. Schliff: Unreiner Calcit, schwach verkieselt. Schliff entkalkt; frei: Poröse hellbräunliche zusammenhängende Masse. Schliff entkalkt; bedeckt: Recht klar. Quarzsplitter, Glimmerblättchen, Eisenhydroxyd, „Ton". Grundmasse schwach polarisierend, sehr feinkörnig.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

83) Dichter gelbbrauner mergliger Kalkstein. (153.)
Mit spiegelnden Calcitflächen, ziemlich stark verkieselt. Löst sich in HCl langsam zu klarer gelber Flüssigkeit. Das Stück bleibt erhalten, ist zerdrückbar und zerreibbar, in Kanadabalsam eingerührt zeigen sich tonig-kieselige Körner und Chalcedon-Quarzkörner. Mikrochemisch Ca. Schliff: Große Calcitindividuen, erfüllt von Ton und wenig Chalcedon-Quarzkörnern. Dazu nicht viel Quarzsplitter; stellenweise stark (fast ganz) verkieselt.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

VI. Rote und braune Kalkmergel.

84) Eisenschüssiger Mergelkalk. (154.)
Gelbbraun mit grobkörnigen Calcitadern. Schliff: Kalkstein, überall mit Spuren der Verkieselung.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

85—86) Roter und gelber Mergelschiefer. (154.)
Stark eisenschüssig mit halbverkieselten dunkelbraunen harten Jaspislagen. Letztere etwa ½—1 cm breit und etwas unregelmäßig verlaufend. Schliff durch den Jaspis: Der Calcit verdeckt alles. Entkalkter Schliff: Viel Quarzsplitter, also nicht reiner Jaspis.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil I. a.

87) Gelbbrauner völlig verkieselter Mergelkalk. (155.)
Äußerlich von reinem Mergelkalk nicht zu unterscheiden. Mit HCl keine CO^2. Schliff: Keine Spur von Calcit. „In stark mergliger Masse bildet sich meist kein klarer Chalcedon heraus; es tritt vielmehr allgemeine feinkörnige Verkieselung ein."
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Westlich Profil I.

88) Brecciöser Dolomitsandstein. (155.)
In rötlichem, mit Kalk verkittetem Sandstein liegen ganz unregelmäßig eckige Bruchstücke und ganze Platten von gelbem Mergelkalk. Braust schwach mit HCl. Trübe Lösung, Brocken bleiben übrig. Der Rest besteht aus Ton und grobem Quarzsand. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Dolomit und Dolomitsandstein. Kein Chalcedon, sondern Dolomitzement. Zement > Interstitialvolumen. In den Interstitien Säume von klarem und unklarem Dolomit, die Chalcedonsäumen täuschend ähnlich sehen; im Zentrum stets grober Dolomit.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Abgerutschter verkitteter Schutt aus Bank h in Profil II (Blatt 12, Fig. 6). Ist mit Nr. 70 zu einer Bank verkittet worden.

89) Konglomeratischer halbverkieselter Sandstein. (155.)
In einer grauen Pfannensandsteinmasse liegen eckige und abgerundete bis zollgroße Stücke roten Kalkmergels. Einzelne Stücke sind deutlich zerplatzt und Sandstein erfüllt die Spalten. Schliff: Roter Mergelkalk in Chalcedonsandstein. Der Chalcedon ist flaserig und schlierig. Zement > Interstitialvolumen. Keine Opalränder. In Chalcedon noch ziemlich viel Calcit. Die Bruchstücke sind am Rande eisenarm geworden und wahrscheinlich verkieselt.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Wasserriß östlich Profil I.

90) Halbverkieselter brecciöser Kalksandstein. (162.)
In weißem Chalcedonsandstein liegen Stücke harten roten Mergelkalks, bis 2 cm lang. Mit HCl kurzes Brausen. Ganz klare Lösung; das Stück bleibt erhalten. Mikrochemisch Ca, sehr wenig Mg. Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Größere Brocken des roten Mergelkalks in situ zerstückelt durch das Zement. Der Calcit des Zements ist durchweg in plastisch sich abhebende Körner (ganz schlechte Rhomboeder) verwandelt. Sie werden durch bald reichlichen, bald spärlichen Chalcedon verkittet, der sehr feinkörnig und striemig ist. Daneben größere Partien und Äderchen von reinstem Chalcedon mit Achat- (fast Opal-) Rändern. Quarzsand subangular bis gerundet.
Rengakahucht, Südrand der Lagune am Wasserriß.

91) Konglomeratischer dolomitischer verkieselter Kalksandstein. (156.)
In grauem Pfannensandstein liegen kleine Brocken roten Mergelkalks. Braust schwach mit HCl; fast klare Lösung; das Stück behält die Form. Mikrochemisch Ca, Mg (dolomitischer Kalk). Schliff: Rotbrauner mergliger Kalkstein reichlich von Chalcedonadern —

gelb, faserig, schlierig — durchzogen, die auch in den Kalksandstein hineinragen. In dem Kalksand Zement > Interstitialvolumen; stellenweise isotrope Opalränder und reiner Chalcedon.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Zwischen Profil V und VI.

92) Brecciöser sandiger halbverkieselter Kalkstein. (155.)
In grauem Pfannensandstein liegen bis haselnußgroße eckige Stücke roten Mergelkalks. Schliff: Zement > Interstitialvolumen, besteht aus Kalkspat, in dem partienweise jüngerer Chalcedon zur Abscheidung gelangt ist. Die Bruchstücke des mergligen Kalks sind stark verkieselt und deshalb fleckig.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Westlich Profil II. Zusammen mit Nr. 94.

93) Breccie mit kalkigem, z. T. verkieseltem Zement. (155.)
Rötlicher bis violetter Pfannensandstein mit rotbraunen und dunkelvioletten Partien. Schliff: Die tiefbraunen Partien sind Bruchstücke von eisenschüssigem Mergelkalk. Die größeren hellen Stücke sind zum größeren Teil nur Partien des verherrschenden Zements, das arm an Quarzsand ist. Dieselben sind z. T. verkieselt. Solche Verkieselungen stellen sich oft auch mitten im Kalk ein, z. T. als mittelkörnige Kugeln mit schlechtem Interferenzkreuz. In der verkieselten Masse bleibt Kalkstaub erhalten. Es scheinen aber auch Bruchstücke von verkieseltem Kalkstein im Zement zu liegen.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Zwischen Profil III und IV. Hohes Niveau unter der Kalkhaube.

94) Kalaharikalk mit brecciösem Chalcedonsandstein. (155.)
In weißem, mürbem Kalktuff liegen Bruchstücke eines rauen Chalcedonsandsteins mit Stücken roten Mergelkalks. Schliff: z. T. verkieselter Kalksandstein mit Brocken roten Mergelkalks, der von einem Aderneta aus Calcit und Chalcedon durchzogen ist.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Westlich Profil II. Zusammen mit Nr. 92.

95) Kalaharikalk mit Bruchstücken von brecciösem Chalcedonsandstein. (155.)
In gelblich weißem, mürbem Kalktuff liegen eckige, über faustgroße Stücke von grauem Chalcedonsandstein, in dem wiederum eckige Brocken und handgroße Platten roten harten (verkieselten) Mergelkalks liegen. Schliff: = 94, nur viel stärker verkieselt.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Westlich Profil II. Unter der Kalkhaube.

95—97) Breccie von rotem Mergelkalk in Kalaharikalk. (155.)
Kalkhaube auf dem Plateau bei Ssepotes Kraal.

VII. Kontaktmetamorpher Granatkalkstein.

98) Grauer granathaltiger Kalkstein. (166.)
Kontaktmetamorph. Verwittert mit Gruben und Höhlungen. Durch HCl sind die Granaten isolierbar. Im Rest feinste Quarzsplitter. Die Granaten sind schwerlöslich in geschmolzenem $NaCO^3$. Qualitativ SiO^2, Al^2O^3, CaO. Mikrochemisch Ca, wenig Mg. Schliff: Der Kalkstein ist rein mikroskopisch feinkörnig-kristallinisch. Wenig Eisenerz. Der Granat erscheint überall 1) in Körnchengruppen gleichmäßig verteilt, 2) in größeren Haufwerken mit guten Rhombendodekaedern, umgeben von Säumen aus feinstem Granatstaub mit etwas Eisen, 3) in Zügen und Flecken. 4) ist meist in grobkörnigem Calcit eingeschlossen. Ein anderer Schliff zeigte eine granatreiche braune Partie mit großen von Granat durchbrochenen Körnern von Calcit.
Kalkzone nördlich Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht..

99) Grauer granathaltiger Kalkstein. (166.)
Teilweise verkieselt, kontaktmetamorph. Grauer dichter Kalkstein mit Partien gröberen Korns. Verwittert mit Gruben. Löst sich in HCl zu schwachtrüber Flüssigkeit; sandiges Sediment aus feinsten Quarzsplittern (Chalcedon-Quarz). Mikrochemisch Ca. Schliff: Wenig Granat, aber auch kleine gute Rhombendodekaeder. Eine Seite des Präparats ist verkieselt mit viel Calcitfetzen, die andere Seite ist klarer feinkörniger Kalkstein. Beide Seiten enthalten Granat.
Kalkzone nördlich Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

100) Völlig verkieselter kontaktmetamorpher Granatkalkstein. (167.)
Dichtes rötliches kieseliges Gestein mit 2—3 mm großen Chalcedondrusen und feinen Adern. Schliff: Massenhaft Granat in Aggregaten, Kristalle z. T. größer als die in 101. Die Hauptmasse ist feinkörniger eisenhydroxydhaltiger Chalcedon, der stellenweise deutliche Rhomboeder-Pseudomorphosen bildet. Zwei Chalcedon-Generationen sind zu unterscheiden.
Aufschluß VI. Rengakabucht.

101) Völlig verkieselter kontaktmetamorpher Granatkalkstein. (169.)
Hellgraues hartes Gestein mit weißen runden Flecken und Chalcedondrusen und grüner glasigglänzender „Chalcedonsandstein". Beide Bestandteile gehen ineinander über. Schliff: Präparat I: Kleine Flecke aus feinem Chalcedon in gröberem, strahligem bis körnigem typischem Chalcedon mit undulöser Auslöschung. Große Granat-∞O, oft sehr scharf, in umrandeten Haufen oder in grobem Chalcedon. Dazu Granataggregathäufchen aus winzigen

Körnchen. Ein Rest von Calcit als ein Individuum! Präparat II: Viel größere Granathäufchen aus Subindividuen. Auch selten Chalcedon in zwei Generationen; erste Chalcedongeneration direkt um die Granatkristalle. Präparat III: Granat spärlich. Viel Quarzsand und ziemlich viel Eisenoxydhydrat, z. T. zwei Chalcedongenerationen. In allen drei Präparaten keine R-Pseudomorphosen. Präparat III stammt aus dem „Chalcedonsandstein" des Handstücks.
Mächtige, 1 m dicke Bänke (X) im System 3. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

102) Völlig verkieselter kontaktmetamorpher Granatkalkstein. (168.)
Rötlich, grau und weiß gefiecktes dichtes hartes Gestein. Schliff: Die Fleckung rührt von dem verschiedenen Chalcedonzement her, das meist in zwei Generationen mit Gekrösestruktur auftritt. Granat in Mengen in kleinen Flecken und Flasern, die von Chalcedon durchwachsen sind. Keine R-Pseudomorphosen.
System 2. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

103) Völlig verkieselter kontaktmetamorpher Granatkalkstein. (164.)
Lichtgraubraunes, hell und dunkel gefiecktes, dichtes hartes kieseliges Gestein; z. T. sandig. Schliff: Chalcedon mit Häufchen winziger Granaten. R-Pseudomorphosen zahlreich, groß und klar, teils ganz homogen polarisierende Rhomboeder, teils mit exzentrischem Interferenzkreuz.
Nördlich der Konglomerate (Ob. Ng.). Aufschluß I. Rengakabucht.

104) Völlig verkieselter kontaktmetamorpher Granatkalkstein. (164.)
Makroskopisch = 103. Chalcedon stellenweise mit R-Pseudomorphosen aus Chalcedonfaseraggregaten. In den sandfreien Partien kleinste Granaten und deren Haufwerke. Wohl schwach kontaktmetamorph.
Nördlich der Konglomerate (Ob. Ng.). Aufschluß I. Rengakabucht.

VIII. Kalksandstein und sandiger Kalkstein.

105) Graubrauner Kalksandstein. (153.)
Rötlich und weiß gesprenkelt mit kleinen Calcitspiegeln. Schliff: Splitterige Quarze und Feldspäte sind durch Kalkzement voneinander getrennt. Der Calcit bildet große trübe Körner, die mehrere (12 und mehr) Quarzsandkörner umschließen, wie bei poikilitischer Struktur (Fontainebleau-Sandstein).
Einzelne große runde Blöcke mit dicken Eisenrinden auf mürben Sandsteinen der U. Ng. Westlich Ssepotes Kraal. Blatt 12, Fig. 3. d.

106) Rinden auf eisenschüssigem Sandstein Nr. 105. (153.)

107) Mürber feinkörniger roter Sandstein. (167.)
Geschichtet durch braune dünne Lagen.
Innerhalb der Kalkzone. Nördlich der Zone h. Aufschluß III. Rengakabucht.

108) Eisenreicher mergliger Kalkstein. (153.)
Rotbraun mit schwarzen Flecken. Schliff: Radialstrahlige Kalkspatgruppen setzen das Gestein zusammen. Die Kristallstengel haben sich in eisenschüssigem rotem Ton Platz gemacht. Wenig feine Quarzsplitter.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal nahe den Rötelgruben.

109) Eisenschüssiger Sandstein. (154.)
Tiefrotbraun mit Metallflimmern, reich an Eisenerz. Schliff: Große eckige Quarzkörner, durch Eisenhydroxyd verkittet. Auf Sprüngen sind in den Quarz dünnste Häute von blutrotem Eisenoxyd eingedrungen.
Ebene südwestlich Ssepotes Kraal, Rötelgruben.

110) Toniges Eisenhydroxyd mit Glimmerblättchen. (154.)
Zusammengeschwemmte Massen.
Rötelgruben in der Ebene südwestlich Ssepotes Kraal.

IX. Feinkörnige Sandsteine, Typus Rotsandstein.

111) Nicht verkieselter Kalksandstein. (166.)
Blaßrötlicher Sandstein mit spiegelnden 5 mm großen Calcitflächen, sehr feinkörnig. Schliff: Große poikilitisch durchbrochene Calcite von 1 mm Durchmesser, selten größer. Der Calcit ist unrein und eisenhydroxydhaltig. Kein Chalcedon.
Kalkzone N. Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

112) Halbverkieselter roter Kalksandstein. (167.)
Sehr feinkörniger roter Sandstein, glasig glänzend. Schliff: Feiner Quarzsand mit Chalcedonzement, das stellenweise reichlich Fetzen von Calcitzement enthält. Keine großen Individuen, wie in Nr. 111.
Aufschluß V. Rengakabucht.

113) Verkieselter Sandstein. (168, 169.)
Rotbrauner feinkörniger Sandstein, feingesprenkelt. Schliff: Nur kleinste Quarzkörner, klar, ohne Einschlüsse, von denen sehr viele rhombische Konturen haben, also stets ganz homogen polarisieren. Dazwischen wenig Zement, das jünger, sehr schwach polarisierender Chalcedon ist. Nur selten treten größere Chalcedonpartien mit Achatrand (schwach polarisierend) und mit strahligem Chalcedonzentrum auf. Chalcedon ist überall im Präparat vorhanden. Also Verkieselung und Einkieselung.
System 2, Aufschluß VIII. Rengakabucht.

114) Verkieselter feinkörniger Kalksandstein. (166.)
Rotbrauner feinkörniger, etwas glänzender Sandstein mit violetten traubigen Chalcedonüberzügen auf großen Hohlräumen. Schliff: Quarzsplitter mit Zement. Zwischen den Quarzsplittern viel R-Pseudomorphosen; wenn ganz rein, aus Quarz, wenn reich an Interpositionen, aus Chalcedonaggregat. Viel Glimmer im Chalcedonzement. Mehrere kleine Zementpartien ohne Quarzsplitter mit schärfsten Pseudomorphosen nach Calcit. Schliff hellfleckig.
Kalkzone nördlich der Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

115) Völlig verkieselter Kalksandstein. (166.)
Braunroter, weißlich geflammter dichter Sandstein. Schliff: Die hellen Flecken sind eisenfrei. Quarzsplitter mit Zement verkittet. Letzteres überall verkieselt. Viel Pseudomorphosen nach Calcit, und zwar bald aus feinkörnigem, feinporösem Chalcedon, bald aus einheitlichem Quarz, bald mit Sericit erfüllt und mit sehr spärlichen Calcitkörnchen. Diese Pseudomorphosen sind durchaus verschieden von den klaren Quarzsplittern. Sie polarisieren schwächer als jene, zeigen niedrigere Interferenzfarbe als der klastische Quarz, auch wenn sie fast ganz rein, quarzartig sind. Meist sind sie trübe durch feinste Interpositionen, Poren etc. Bei starker Vergrößerung findet man in den hellen Flecken kleine Stellen mit faserigem Chalcedon. Eisenhydroxydstaub umgibt alle Körner und ist in den roten Partien gleichmäßig verbreitet.
Kalkzone nördlich der Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

116) Verkieselter Kalksandstein. (167.)
Gleich 115.
Aufschluß V. Rengakabucht.

117) Roter verkieselter Kalksandstein. (168.)
Rotbraun, oolithoid gezeichnet mit Chalcedondrusen. Einzelne Partien gleichen ganz metamorphosiertem, verkieseltem Granatkalkstein. Schliff: Typischer eisenarmer Rotsandstein, verkieselt, mit viel Pseudomorphosen nach R der gewöhnlichen Art; enthält viele ziemlich große Poren (1 mm und mehr), die entweder leer oder ganz oder teilweise mit feinstrahligem Chalcedon erfüllt sind, der bisweilen schöne Interferenzkreuze zeigt. Viele R-Pseudomorphosen sind wasserklar und polarisieren einheitlich bis undulös. Es ist wohl ein sehr kalkreicher Sandstein gewesen, mit ungleichmäßig verteiltem Kalkgehalt, nicht direkt „verkieselter Kalkstein" zu nennen.
System 2, Aufschluß VIII. Rengakabucht.

118) Verkieselter roter Kalksandstein. (159.)
Roter feinkörniger, weiß gefleckter Sandstein mit glänzenden Flimmern. Schliff: Typischer Rotsandstein, auch mit kleiner feinfaseriger Chalcedonpartie. Mehrere Stücke von Glimmergrauwacke der Chanseschichten.
Westseite des Buschmanntals. Auflagerung auf die Chanseschichten.

119) Roter verkieselter sandiger Mergel. (164.)
Schliff: z. T. durch Verkieselung, z. T. durch Sandgehalt fleckig. Glimmerneubildung. Gerölle im Quarzporphyrkonglomerat Ob. Ng. Aufschluß I., Rengakabucht.

120) Brecciöser Chalcedonsandstein. (164.)
Eckige Stücke von Rotsandstein werden von einem rotbraunen Sandstein umschlossen, der etwas glasig glänzt. Es ist von Chalcedondrusen in situ verkitteter Rotsandsteinschutt.
Aufschluß I, Rengakabucht. Nordrand der Konglomerate der Ob. Ng.

121—122) Brecciöser Chalcedonsandstein. (164.)
Gleich Nr. 120, nur überwiegt der Sandstein an Masse. Neben dem Rotsandstein auch Bruchstücke Grauwacke der oberen Ngamischichten und von Quarz. Chalcedondrusen mehrere Millimeter groß. Schliff: Das Zement des verkittenden Sandsteins ist jünger, flaserigschlieriger gelber Chalcedon, dazu gelegentlich im Zentrum von Interstitien farbloser büscheligstrahliger Chalcedon.
Nordrand der Konglomerate der Ob. Ng. Aufschluß I. Rengakabucht.

123) Konglomeratischer Chalcedonsandstein. (164.)
In dunkelgrauem bis bräunlichem Chalcedonsandstein liegen Brocken von Rotsandstein bis 5 mm Durchmesser. Schliff: Folgende Bruchstücke sind erkennbar: 1) Fetzen von typischem Rotsandstein, 2) verkieselter rotbrauner Kalkmergel, 3) verkieselter Aphanit (?).

In dem Sandstein Quarzkörner und Epidotkörner, mit bald reichlichem, bald spärlichem Chalcedonzement in zwei Generationen.
Nordrand des Systems 1. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

124) Konglomeratischer Opal-Chalcedonsandstein. (172.)
In dunkelrotbraunem, etwas glasigem Sandstein liegen Brocken von rotem Mergelkalk und Rotsandstein bis 1 cm lang, Chalcedondrusen mehrere Millimeter lang. Schliff: Überreich an Opal in viel Lagen, von denen die mittleren namentlich ganz isotrop sind, während nach außen und innen sich schwache Aufhellung einstellt. Das Zentrum der Massen ist großstrahliger Chalcedon. Opal überall zwischen allen, auch den kleinsten Quarzkörnern. Stellenweise liegen Sandkörner fast einzeln in viel Opal. Stellenweise auch Haufen schlecht geformter R-Pseudomorphosen, aber auch einige scharfe R. Diese Haufen sind entweder verkieseltes Kalkzement, oder kleinste Brocken von verkieseltem Rotsandstein. Die allothigenen Quarzkörner ragen oft mit winzigen zahllosen ausheilenden Quarzspitzen direkt in den Opal hinein.
Fuß des Walls 3. System 2. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

125) Völlig verkieselter, brecciöser, sandiger Kalkstein. (164.)
Dunkelbraunes hartes, etwas glänzendes, dichtes Gestein mit Chalcedondrusen, Quarzkörnern, Brocken von Rotsandstein. Schliff: Viel z. T. ganz klare R-Pseudomorphosen, teils homogen, teils typisch chalcedonisch polarisierend. Die wirklichen Sandkörner sind viel größer als die Pseudomorphosen. Dazu viel reinster Chalcedon mit schönsten Büscheln. Viel Eisenhydroxyd. Große Eisenglanz- und Gesteinskörner.
Nordrand der Konglomerate im Aufschluß I. f. Rengakabucht.

126) Konglomeratischer Chalcedonsandstein. (164.)
Dunkelbraunes, etwas glasiges, dichtes Gestein mit kleinen Brocken Quarz und Rotsandstein. Schliff: Sehr reichliches, ganz reines Chalcedonzement. Die Quarzsandkörner, die darin liegen, zeigen keine Ausheilung. Allothigen sind Quarzsand, Fetzen von Rotsandstein, z. T. von jüngem Chalcedon ganz durchdrungen, und andere Gesteine. Diese konglomeratischen Sandsteine scheinen besonders deutlich auf zwei junge Perioden der Verkieselung hinzuweisen: 1) Verkieselung der Ngami-Gesteine, 2) Imprägnation der lockeren Massen.
Fuß der Konglomerate Ob. Ng. im Aufschluß I. Rengakabucht.

127) Brecciöser Chalcedonsandstein. (172.)
In grauem bis bräunlichem Chalcedonsandstein liegen Brocken von rotem, verkieseltem Kalkmergel; z. T. fleckig. Chalcedonadern sichtbar. Schliff: Allothigene Quarze in einem fast ans lauter schärfsten R-Pseudomorphosen bestehenden Zement. Diese Masse verkittet scharfkantige Bruchstücke von sehr verschieden struiertem, total verkieseltem, rotem Kalk, z. T. mit viel reinem, nicht pseudomorphem Chalcedon. In den chalcedonisierten Calcitkörnern der Kalksteinstücke ist noch „Chalcedonstruktur“ zu sehen.
Aufschluß O, nahe Aufschluß VII. Rengakabucht.

128) Hellgrauer feinkörniger Sandstein. (167.)
Mit brauner verwitterter Rinde. Völlig kalkfrei.
Aufschluß VI. Rengakabucht.

129) Hellgrauer feinkörniger Sandstein. (167.)
Halbmürbe, ohne Eisenhydroxyd. Braune Rinde. Schliff: Quarzsplitter mit Chalcedon und Glimmer.
Kalkzone nördlich der Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

130) Hellgrauer feinkörniger Sandstein. (166 u. 167.)
Gleich 129.
Kalkzone nördlich der Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

131) Grauer feinkörniger Sandstein. (277.)
Verkieselt, leicht glasig. Schliff: Quarzsplitter in ziemlich grobem Chalcedonzement; Glimmer; nicht viel Eisenhydroxyd. Größere Körner desselben vielleicht Pseudomorphosen nach Pyrit (oder Eisenglanz?).
System 2. Aufschluß VIII. Insel im Diabas. Rengakabucht.

132) Brauner ganz feinkörniger verkieselter Sandstein. Typus Rotsandstein (= 129). (166.)
Kalkzone nördlich der Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

133) Grauer verkieselter Kalksandstein. (167.)
Harter grauer, etwas glasiger Sandstein. Schliff: Quarzsplitter in Chalcedonmasse. Einzelne große Eisenglanzkörner. Zahlreiche große Partien, die im zerstreuten Licht wie Quarzkörner aussehen; es sind wohl meist Pseudomorphosen nach Kalkspat der Grundmasse. Dafür spricht 1) nicht selten scharfe Umrandung bis R-Form, 2) meist ähneln sie nicht abgerollten Sandkörnern, 3) es sind Aggregate von Körnern, 4) oft undulöse Auslöschung in den Aggregaten und einheitlichen Individuen. Auch kleine R-Pseudomorphosen wie gewöhnlich. Vielleicht hat das Kalkzement gerade infolge der Armut an Eisen zuerst besondere

Form in großen Kalkkörnern angenommen. Ohne die ganze Reihe der Rotsandsteine würde das Gestein kaum als stark verkieselt zu erkennen sein.
Kalkzone nördlich der Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

134) Kontaktmetamorpher verkieselter Kalksandstein. (167.)
Schwärzlich violetter, rot und gelb gefleckter dichter Sandstein. Schliff: Farbe des Präparats nicht braun, sondern schwärzlich, da kein Eisenoxyd, sondern Eisenglanz vorliegt. Häufchen von Eisenglanzkörnchen liegen mitten in Chalcedonpartien, sind also vor der Verkieselung entstanden. Einzelne helle, im Schliff sich auch makroskopisch kräftig abhebende Flecke enthalten, in von Eisenglanz fast freier Masse, mit Chalcedon stark durchmischte Granatanhäufungen in Gruppen aus winzigen Körnchen. Solche sind zerstreut im Schliff überall bei auffallendem Licht als weiße Pünktchen sichtbar.
Aufschluß V. Rengakabucht.

135) Kontaktmetamorpher verkieselter Kalksandstein. (167.)
Gleich 134, aber schwächer kontaktmetamorph. Eisenglanz, aber keine Granaten. Kein Calcit. Das Zement ist glimmerhaltig.
Aufschluß V. Rengakabucht.

136) Kontaktmetamorpher verkieselter Kalksandstein. (167.)
Grauer, nicht roter Sandstein, dicht, hart, splitterig. Schliff: Chalcedon-Pseudomorphosen wie gewöhnlich, 1) einheitlich polarisierend, aber schwächer doppelbrechend als Quarz, 2) undulös auslöschend, 3) feinstkörniges Chalcedonzement mit Interpositionen. Aller Eisenglanz ist zu Umkränzungen um Sand und Pseudomorphosen verdrängt worden. Kein Granat, kein Calcit; Glimmer in helleren Partien.
Aufschluß V. Rengakabucht.

X. Verkieselter Calcit.

137) Eisenschüssiger Chalcedon. (172.)
Braun mit ockerfarbenen feinen Adern und Kügelchen. Könnte Pseudomorphose sein nach einem eisenreichen Calcit?
Loses Stück in der Südwestecke der Bucht von Rengaka. Aufschluß XI.

138) Eisenschüssiger Chalcedon = 137. (166.)
Zone b. Aufschluß III. Rengakabucht.

C. Obere Ngamischichten.

I. Konglomerate.

139) Konglomeratischer Grauwackensandstein. (164.)
In grauem bis rötlichem, mittelkörnigem Sandstein liegen in Schichten bis walnußgroße Gerölle von Quarz, Quarzporphyr, Chansegrauwacke und Rotsandstein.
Aufschluß I. Rengakabucht.

140) Quarzporphyrkonglomerat mit eingekieseltem Chalcedonzement. (164.)
In rötlichem, etwas glasigem Sandstein liegen bis kopfgroße Gerölle von Quarzporphyr, Quarz, Chansegrauwacke, Rotsandstein, Kalkstein. Schliff: Reinster feinstrahliger Chalcedon mit Lagenstruktur in großen Partien verkittet große Sandkörner (ein Epidotkorn). Gerölle von völlig verkieseltem Kalkstein, Quarzit, verkieseltem Mergel, Rotsandstein, Quarzporphyr. Chalcedon ist in so großen Massen vorhanden, daß er wohl in lockeres Material eingedrungen ist. Er ist nicht pseudomorph. Der Quarzsand zeigt keine Ausheilung. Einkieselung in altem Grus in situ. Verkieselung der Kalkgerölle.
Aufschluß I. Rengakabucht.

141) Quarzporphyrkonglomerat mit Chalcedon-Einkieselung. (164.)
Etwas Chalcedon ist auf Hohlsäumen makroskopisch sichtbar.
Aufschluß I. Rengakabucht.

142) Quarzporphyrkonglomerat mit Chalcedon-Einkieselung. (164.)
Überreichlicher reinster Chalcedon verkittet Ngami-Gesteinsschutt und Quarzporphyr; auch Epidotkörner. Schliff: Die Quarzkörner im reinen Chalcedon zeigen keine Ausheilung. Dieselbe ist nur vereinzelt da zu beobachten, wo wenig Chalcedon vorhanden ist. Vereinzelt Calcit als Zentrum der Chalcedonpartien. Chalcedon ist in lockern Massen eingedrungen und hat dann die klastischen Körner durch Kristallisationskraft, wie bei Sphärenerzgängen, auseinander getrieben.
Aufschluß I. Rengakabucht.

143) Konglomerat = Nr. 142. (164.)
Aufschluß I. Rengakabucht.

144) Konglomeratischer Chalcedonsandstein. (165.)
In rötlichem, etwas glänzendem Sandstein liegen Gerölle und Brocken von Quarz, rotem Kalkmergel, Quarzporphyr. Schliff: Feinster feinstrahliger Chalcedon in überreicher

Menge; aller Quarzsand und alle klastischen Bestandteile sind von dünner Eisenhydroxydhülle umgeben. Keine Ausheilungen der Quarzkörner.
Aufschluß Ia. Rengakabucht.

145) Konglomeratischer Chalcedonsandstein. (157.)
In gelbem, etwas glasigem Sandstein liegen Gerölle und Bruchstücke von weißem Quarz, gelbem und rotem Kalk (M. Ng.) und Quarzporphyr. Schliff: Das Zement besteht aus Sandkörnern in überreichlichem, teils stark eisenschüssigem, teils eisenfreiem, aber flaserig-schlierigem Chalcedon. Die Bruchstücke sind verschiedener, gelber und roter verkieselter Kalk (M. Ng.), Quarz etc., auch von reinem Chalcedon (Bandachat!).
Westseite des Buschmanntals. Anstehend. Stelle der Fig. 10, Blatt 12.

146) Konglomeratischer Chalcedonsandstein. (165.)
In eisenschüssigem, glänzendem Sandstein liegen Gerölle von Quarz von Sandkorn- bis Walnußgröße. Schliff: Reiner Chalcedon (mit „fast Opal"-Rand) durchdringt bald sehr spärlich, bald reichlicher klastische Bestandteile aller Art. Ausheilung von Quarzsandkörnern sehr spärlich.
Aufschluß IIa. Rengakabucht.

147—148) Verkieseltes Grauwackenkonglomerat. (165.)
In rotem, etwas glänzendem Sandstein liegen bis faustgroße Stücke von roter Chansegrauwacke. Braust schwach in HCl; klare hellgelbe Lösung mit Rest des ganzen Stückes. Mikrochemisch Ca, sehr wenig Mg. Schliff: Bruchstücke von alter Grauwacke mit authigenem und allothigenem Glimmer, mehrfach calcithaltig. In der Sandsteinmasse Quarzkörner mit feinsten Quarzsplittern, auch viel Plagioklas. Grundmasse Chalcedon von feinstem Korn mit sehr viel Glimmerneubildung. Die Grundmasse pseudomorph nach dichtem Kalkstein. Eisenhydroxyd.
Zone h[1] im Aufschluß III. Rengakabucht. Östlich des Diabasganges.

149) Völlig verkieselter konglomeratischer Kalksandstein. (165, 166.)
In gelblich grünlichem Chalcedonsandstein liegen Stücke alter kieseliger Grauwacke. Schliff: Quarzsand ohne Ausheilung liegt in einer verkieselten Grundmasse, die feinkörniger Kalkstein, wohl „Wurstgeflecht"-Kalkstein, gewesen ist. In der Grundmasse auch einzelne unzweifelhafte Pseudomorphosen nach R. Die verkieselte Grundmasse enthält Glimmer als Neubildung. Im wesentlichen gleich 147—148, aber arm an Eisenhydroxyd.
Zone h[1] im Aufschluß III. Rengakabucht. Östlich des Diabasganges.

150—151) Kontaktmetamorpher verkieselter konglomeratischer Kalksandstein. (142, 165, 166.)
Schwarzes bis braunes hartes kieseliges Gestein mit Geröllen von Quarz und alter Grauwacke. Schliff: Altes Ngami-Konglomerat, schwach kontaktmetamorph mit Eisenglanzbildung, dann später verkieselt. Einzelheiten sind nicht deutbar.
Zone b[1], am Diabas. Aufschluß III. Rengakabucht.

152) Kontaktmetamorpher verkieselter Kalksandstein. (165.)
Gleich Nr. 150 und 151, aber ohne Gerölle.
Am Diabas, Zone b[1], Aufschluß III. Rengakabucht.

II. Grobkörnige Sandsteine und Grauwacken.

153) Konglomeratischer grobkörniger Grauwackensandstein mit kieseligem Zement. (164.)
In sandiger Grundmasse liegen massenhaft, dicht gedrängt, linsen- bis höchstens erbsengroße Bruchstücke aus Quarz, rotem Kalk, Rotsandstein und Feldspat. Einzelne haselnußgroße Gerölle von Quarz und verkieseltem Kalk. Schliff: Quarzsand und Bruchstücke zwischen Quarz-Glimmerzement. Quarze zuweilen ausgeheilt.
Aufschluß I. Rengakabucht.

154) Verkieselter und eingekieselter grobkörniger Grauwackensandstein. (168, 170, 171.)
Rotbrauner grobkörniger Grauwackensandstein mit bis linsengroßen Quarz- und Gesteinsbruchstücken, sowie rotem Kalkstein. Kleine Chalcedondrusen. Schliff: 1) Quarzsandkörner, oft mit ausheilendem Quarz, der sich einmal als Rhomboederspitze zeigt. Stellenweise auch aushellender Quarz mit Kristallflächen. Körner von Epidot. 2) Stellen mit R-Pseudomorphosen; ehemals Calcitpartien. Kalkstein der M. Ng. 3) Altes kristallinisches Quarzglimmerzement. 4) Junge, doppelte Generation von Chalcedon mit schmalem Opalrand, überall meist kleine Interstitien ausfüllend. Chalcedondrusengestein (alter verkitteter Grus).
System 3, nahe den M. Ng. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

155) Verkieselte grobkörnige kalkreiche Grauwacke. (168, 170, 171.)
Grobkörnige kieselige Grauwacke mit bis linsengroßen Bruchstücken von rotem Mergelkalk und Chalcedondrusen. Schliff: Viel Sand- und Gesteinskörner; ohne ausgeheilten Quarz. Z. T. viel äußerst scharfe R-Pseudomorphosen, meist viel kleiner als allothigene Quarzkörner. Vorgänge: 1) Bildung von Rhomboedern im Calcit. 2) Die R. werden pseudo-

morphosiert (einheitlich oder mit Aggregatpolarisation). 3) Der Rest des Kalks wird in Bandachat (schwach milchig polarisierend) und reinsten Chalcedon umgewandelt, oder der Achat und Chalcedon sind in mittlerweile entstandene Poren eingedrungen. Chalcedondrusengestein (alter verkitteter Grus).

System 3. Nahe den M. Ng. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

156) Grobkörniger kieseliger kontaktmetamorpher Grauwackensandstein mit Bruchstücken von rotem Mergelkalk. (142, 168, 170, 171.)

Brauner, etwas glänzender Grauwackensandstein mit Chalcedondrusen und Bruchstücken von rotem Kalk. Schliff: Quarzsand mit gelegentlichen Ausheilungen. Glimmerneubildung; im auffallenden Licht gelbrote Nadeln eines unbekannten Minerals. Eisenglanz. Die Kalkstücke sind ganz verkieselt. Wo Kalk vorhanden war, ist junge Verkieselung eingetreten. Vielleicht alter Schutt.

Wall II. System 2. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

157) Grobkörniger Chalcedonsandstein (eingekieselte Grauwacke der Ob. Ng.). (164.)

Gelbbrauner glasiger Sandstein mit bis erbsengroßen Bruchstücken von Quarz und Kalk. Schliff: 1) Chalcedonzement > Interstitialvolumen. Der Chalcedon ist stets gelb, z. T. mit Eisenoxydhydratblättchen. Die zentralen Partien polarisieren oft sehr schwach, bis fast isotrop. Chalcedon ohne isotropen Kern, das kann auf exzentrischem Schnitt beruhen. Er polarisiert blättrig. 2) In ihn ragen alle Quarzsandkörner hinein mit deutlichsten Spitzen und seitlichen Fortwüchsen als ausgeheilt. 3) Stellenweise etwas größere Partien mit schlechten R-Pseudomorphosen.

In einem zweiten Präparat stellenweise Opalbänder, die völlig isotrop sind. Epidotkörner, Feldspat und Gesteinskörner. Die Quarzaushellung ist bald schwächer, bald stärker. Sie fehlt, wenn ein Eisenhydroxydrand vorhanden ist. Die Quarze zeigen infolge der Ausheilung „Anpressung“.

Nördlich der M. Ng. im Aufschluß I. Rengakabucht.

158) Chalcedonsandstein. (165.)

Dunkelgraubrauner, stark glänzender, splitterig brechender Sandstein. Schliff: Wesentlich gleich 157; aber der Chalcedon ist nur gelb, ohne Eisenhydroxydblättchen, blätterig polarisierend, selten mit isotropem Zentrum, mit grobkörnigem Zerfall. Chalcedon > Interstitialvolumen. Die Quarzkörner sind sämtlich ausgeheilt, aber mit feineren Spitzen. Es ist unwahrscheinlich, daß in dem gelben blätterigen Chalcedon Glimmerblättchen stecken; auch bei stärkster Vergrößerung und bei stärkster Beleuchtung ist davon nichts zu sehen.

Südlich der roten Sandsteine (M. Ng.) südlich des Aufschlusses I. Rengakabucht.

III. Mittelkörnige Sandsteine und Grauwacken.

159) Grünlich grauer Grauwackensandstein, mit kieseligem Zement. (169.)

Mittelkörnig, Quarz- und Feldspatkörner. Schliff: Quarze vielfach ausgeheilt, aber ohne Kristallform. Quarz- und Glimmerzement zwischen den Sandkörnern und in „Körnern“ von der Größe der Sandkörner; Feldspat und Gesteinsbruchstücke.

System 3. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

160) Rötlicher Grauwackensandstein, mittelkörnig. (172.)

Aufschluß IX. Rengakabucht.

161) Grünlicher poröser Grauwackensandstein. (169.)

Wesentlich gleich 159, aber noch mit Viriditbaufwerken. Reich an bis linsengroßen Höhlen. Einzelne bis erbsengroße weiße Quarzkörner.

System 3. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

162) Graue bis rötliche Grauwacke. (165.)

Mürb, mittelkörnig, mit größeren Stücken Quarz und rotem Mergelkalk. Spuren der Verkieselung makroskopisch durch Glanz gekennzeichnet.

Aufschluß IIa. Rengakabucht.

163) Rötliche Grauwacke, mittelkörnig. (164.)

Grauwacken- und Konglomeratzone im Aufschluß I. Rengakabucht.

164) Grauwackensandstein mit kieseligem Zement. (164.)

Schliff: Mit viel Glimmerneubildung in relativ großen Blättern. Grobkörnig gewordenes Zement mit oder ohne Glimmer. Epidot und viel Plagioklaskörner.

Grauwackenzone im Aufschluß I. Rengakabucht.

165) Eingekieselter Grauwackensandstein. (175.)

Graubraune glasglänzende harte dichte Grauwacke. Makroskopisch Lage von kleinen Chalcedondrusen. Schliff: Kieselige Grauwacke, wie Nr. 159. Aber überall junge Chalcedonimprägnation der Interstitien; 5—9 schärfste Lagen, die nur im Kern fehlen. Wenig Glimmer.

Insel im Schilf östlich Felskap II.

166) Chalcedonsandstein. (168, 170, 171.)
Rötlich dünn geschichtet, hart, splitterig. Habitus des rötlichen Grauwackensandsteins. In kalter HCl kein Brausen, gekocht sehr schwache CO^2-Entwicklung. Schliff: Die Sandkörner liegen überall in schönem, reinstem Chalcedon und überall mit schmalen, ungemein kräftig sich abhebenden Achaträndern, die im auffallenden Licht weiß sind. Solche Achatlagen umgeben die selten mit ausheilendem Quarz versehenen Sandkörner und auch einzeine große schalige Calcit-Rhomboeder. Die Schalen dieser sind durch Poren und durch Chalcedon-(Achat)-Randmasse getrennt. Also junger Calcit.
System 2. Aufschluß VIII. Rengakabucht. Verkitteter loser Sand und Schutt, zusammen mit Chalcedondrusengestein. Innerhalb der M.-Ng.

167) Chalcedongrauwackensandstein. (165.)
Dunkelrotbraun, hart, splitterig. Habitus alter Grauwacken. Schliff: Wesentlich allerlei Grauwacken-Sandkörner (auch Epidot) in einartigem, klarem Chalcedon. Chalcedon > Interstitialvolumen.
Aufschluß Ia. Rengakabucht.

IV. Feinkörnige dichte Grauwacke.

168) Rötliche dichte Grauwacke. (168—170.)
Fest, feinkörnig mit kieseligem Zement. Schliff: Die allothigenen Quarze zeigen auffällig starke undulöse Auslöschung. Keine Ausheilung derselben. Feinporöses Quarz- und Glimmerzement (auch in „Körnern") und mit Eisenglanzkörnern. Kein junger Chalcedon.
Südlicher Teil der Ob. Ng. System 1. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

169) Kieseliger Grauwackensandstein. (168.)
Rötlich graubraun, hart, splitterig. Schliff: Kein junger Chalcedon. Das Gestein hat im pol. Licht ganz kristallinischen Habitus wegen der offenbar ausgeheilten Quarze, obwohl dieselben keine Kristallspitzen zeigen. Im zerstreuten Licht ist der klastische Habitus kräftiger.
Insel zwischen System 2 und 3. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

170) Rote dichte kieselige Grauwacke. (164.)
Wesentlich gleich Nr. 169. Das Zement ist grobkörniger Quarz, aber vielfach mit wanderndem Schatten, und wenig Glimmer.
Südlichste Grauwackenzone im Aufschluß I. Rengakabucht.

171) Grauer kieseliger Grauwackensandstein. (168.)
Feinkörnig, leicht glasig. Schliff: Wesentlich = Nr. 169. Allothigene Quarzkörner, ferner denselben an Größe gleichkommende Zementpartien, Zement > Interstitialvolumen. Viel Glimmer in langen Säulen, schwach polarisierend (Sericit). Das Zement ist fein porös. Eisenglanzkörner.
Insel im Diabas zwischen System 2 und 3. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

172) Kieseliger Grauwackensandstein. (168.)
Braun, glasig, feinkörnig, hart, splitterig. Schliff: Die Quarze greifen mit sackigen — ausgeheilten — Konturen in eine Grundmasse ein, die feinporig ist und aus 15—20-fach kleineren Quarzen mit wenig Glimmerstäubchen besteht. Die Grenze zwischen den allothigenen Sandkörnern und den anthigenen Quarzen des Zements ist nur schwer wahrnehmbar. Dazu kommt eine Generation jüngeren Chalcedons in kleinen Interstitien. Also alte kieselige Grauwacke mit wenig junger Infiltration.
Insel zwischen System 2 und 3. Aufschluß VIII. Rengakabucht.

173) Roter eingekieselter Sandstein. (168.)
Feinkörnig, etwas glasig, hart, splitterig. Schliff: Allothigen sind Quarzkörner, Feldspäte (etwas Plagioklas), körnige Quarzaggregate und verkieselte Kalke. Die Quarzkörner sind meist von stark eisenschüssigem Chalcedon umgeben und oft ausgeheilt. Dies die erste Periode. In der zweiten hat Chalcedon viele kleine Poren in zwei Generationen erfüllt.
Wall 2. System 2. Aufschluß VIII. Rengakabucht. Zusammen mit Chalcedondrusengestein (d. h. altem, verkittetem Schutt).

174) Kieseliger Grauwackensandstein. (164.)
Rotbraun, leicht glasig, hart, splitterig mit dicken schwarzbraunen Eisenrinden, gleich Nr. 170 und 172.
Südlichste Grauwackenzone im Aufschluß I. Rengakabucht.

175) Halbverkieselter Grauwackensandstein. (172.)
Rotbraune, leicht glasig glänzende, feinkörnige, splitterig brechende Grauwacke. Schliff: Quarzkörner mit guten ausheilenden Spitzen in den Chalcedon hineinragend, da wo dieser überreichlich, ganz rein und mit einer äußern sich im zerstreuten Licht schwach abhebenden Achatlage versehen vorkommt. Dieser reinste Chalcedon steckt in Partien überall im Gestein. Sonst im Präparat vielfach grobes Chalcedon-Quarzzement, auch mit homogenen Rhomboederpseudomorphosen. Ferner spärlich lappig zerrissene Fetzen von Calcitkörnern, vielleicht Reste

eines primären Kalkzements. Poröser alter eingekieselter und verkieselter Grauwackensandstein.
Rengakahucht. Klippe im Bereich von Aufschluß X. ca. 800 m östlich des Kap Rengaka.

176) Brecciöser Chalcedonsandstein. (174.)
In gelblichgrauem, glasigem Chalcedonsandstein liegen eckige Blöcke von grauem, kieseligem Grauwackensandstein der Oberen Ngamischichten. Schliff: Das Zement der kieseligen Grauwacke ist Chalcedon-Opalsandstein. Zement > Porenvolumen. Erst gelber schlierigflaseriger Chalcedon, dann Bänder von Opal, der fast überall ganz amorph. Es bleiben kleine Poren. Der Quarzsand ist stark gerundet.
Etwas westlich von Kap Rengaka.

177) Brecciöser Chalcedonsandstein. (174.)
Große eckige Blöcke graubrauner kieseliger Grauwacke der Ob. Ng. liegen in gelbbraunem, spärlichem Chalcedonsandstein. Schliff: In die alte Grauwacke ist lokal auf Klüften junger Chalcedon gedrungen. Im Sandstein ist das Zement > Interstitialvolumen. Um die Quarzkörner liegt 1) ein schmaler Rand von eisenhaltigem, flaserig polarisierendem Chalcedon, dann 2) fast überall ein Rand von Opal, dann 3) reiner Chalcedon. Also drei Generationen oder doch Folgen von Chalcedon.
Etwas westlich von Kap Rengaka.

178) Brecciöser Chalcedonsandstein. (174.)
Eckige Brocken grauer dichter kieseliger Grauwacke der Ob. Ng. liegen in grauem, glasigem Sandstein. Schliff: Zement überreichlich. Der Chalcedon ist gleichmäßig mittelkörnig. Keine Ausheilung der Quarze.
Etwas westlich von Kap Rengaka.

D. Ngamidiabase.

179) Schwärzlich grünlich graubrauner Diabas. (165.)
Schliff: Feinkörnig mit Glasbasis. Arm an Olivin. Annäherung an ophitische Struktur.
Ostseite der Rengakabucht.

180) Mittelkörniger Diabas, grünlich braun. (163.)
Schliff: Reich an zersetzter Glasbasis. Soweit möglich Annäherung an ophitische Struktur.
Ostseite der Rengakabucht.

181) Grünlichgrauer Diabas, mittelkörnig, frisch. (163.)
Schliff: Arm an Olivin. Grundmasse mit noch reichlicherer Entglasungsstruktur durch Skelette als Nr. 179 und 180. Plagioklase in Nadelform. Große Plagioklase und Augit noch völlig frisch.
Ostseite der Rengakabucht.

182) Graugrünlicher Diabas, sehr frisch. (163.)
Schliff: Arm an Glasbasis. Kein Olivin.
Mitte der Rengakabucht.

183) Graugrünlicher Diabas, feinkörnig. (163.)
Schliff: Feinkörnig, sehr frisch, wenig Basis.
Mitte der Rengakabucht.

184) Diabas, graugrünlich. (163.)
Schliff: Reich an entglaster Basis, recht frisch.
Rengakabucht.

185) Schwarzbrauner Diabasaphanit. (163.)
Schliff: Meist eine zersetzte, früher glasige Masse mit Plagioklasnadeln und Skeletten. Eisenerz vielfach in langen Nadeln. Augit als solcher nicht zu erkennen oder gar nicht vorhanden gewesen.
Mitte der Rengakabucht.

186) Schwarzbrauner Diabasaphanit. (163.)
Schliff: Reichliche, stark zersetzte Grundmasse. Calcit sekundär in Plagioklasen.
Mitte der Rengakabucht.

187) Schwarzbrauner Diabasaphanit. (163.)
Mit herausgewitterten blauschwarzen Leisten und Knoten. Schliff: Wenig Basis, die meist serpentinisiert ist. Sonst frisch. Kein sekundärer Calcit. Eisenerz vielfach in Form von Leisten.
Mitte der Rengakabucht.

188) Diabas bis Diabasaphanit. (163.)
Schwarz graugrünlich mit kleinen Calcitmandeln. Schliff: Stark zersetzt, reich an feinkörniger, ehemals halbglasiger Basis. Eisenerz vielfach leistenförmig. Plagioklasleisten noch ziemlich frisch. Kein sekundärer Calcit.
Mitte der Rengakabucht.

189) Diabasaphanit. (163.)
Schwärzlich graugrün mit linsengroßen Calcitmandeln. Schliff: Meist nur jetzt zersetzte, früher glasige Masse mit Paglioklasnadeln und Skeletten. Eisenerz vielfach in langen Nadeln; Augit nicht erkennbar. Einige kleine Mandeln von Calcit und einem Zeolith.
Mitte der Rengakabucht.

190) Diabasaphanit. (163.)
Schwärzlich graugrün, mit roten Calcitmandeln. Schliff: Ziemlich zersetzt, wohl arm an Glasbasis gewesen. Mandeln von Calcit und Zeolith (?).
Westseite der Rengakabucht.

191) Diabasaphanit. (177.)
Dunkelblaugrün mit kleinen Calcitmandeln. Schliff: Ähnlich Nr. 188.
Litutwa.

192) Diabasaphanit. (178.)
Bläulich graugrün mit kleinen Calcitmandeln. Schliff: Stark zersetzt, wenig Calcit außerhalb der Mandeln. Sonst wie 189 und 191.
Litutwa.

193) Verkieselter Aphanit. (165.)
Graugrünes, dichtes grauwackenähnliches Gestein. Schliff: Winzige, ganz unregelmäßig verlaufende Äderchen und kleine Partien von Chalcedon durchziehen das ganze Gestein. In einem größeren Äderchen schärfste kleine Pseudomorphosen von Chalcedon nach Calcit mit undulöser Auslöschung. Kleine Partien von Chalcedon überall inmitten der Feldspäte und überall ist der Chalcedon pseudomorph nach Kalkspat.
Rengakabucht. Südseite des Diabasganges, der das Grauwacken-Konglomerat metamorphosiert. Scholle III, an den Chansegrauwacken.

E. Rengaka- und Botletleschichten.

A. Übergangsgesteine zwischen Botletleschichten und älteren Gesteinen.

Hierher gehören:
Von den Chanseschichten: Nr. 16.
Von den unteren Ngamischichten: Nr. 36—38.
Von den Mittleren Ngamischichten: Nr. 42—43, 48—55, 64—72, 82—83, 85—95, 100—104, 112—127, 132—138.
Von den Oberen Ngamischichten: Nr. 140—152, 154—158, 165—167, 175—178.

B. Botletleschichten.

I. Brecciöse Gesteine.

1) Ältere Gesteine in Botletleschichten.

a. In Chalcedonsandstein: Nr. 176, 177, 178.
b. In Kalksandstein: Nr. 57, 73, 74, 76, 88.
c. In verkieseltem Kalksandstein: Nr. 42, 69, 75, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 120.

2) Stücke von Botletlegestein in Botletleschichten.

194) Brecciöser Chalcedonsandstein. (164.)
Grauer bis brauner glasiger Chalcedonsandstein mit außen schwarzen, innen grauen eckigen Chalcedonstücken. Schliff: Bruchstücke von sehr feinkörnigem Chalcedon mit Netzwerk von gröberem Chalcedon liegen im Sandstein. Letzterer hat überall Partien von reinem, feinem Chalcedon, die Quarze sind ausgeheilt und schließen sich dadurch polyedrisch aneinander. Quarze und feiner Chalcedon heben sich wenig voneinander ab. Kein Calcit, keine Verkieselung, sondern Einkieselung.
Rengakabucht, westliche Tafel in der Ebene.

195) Brecciöser Chalcedonsandstein. (164.)
In grauem bis gelblichem Chalcedonsandstein liegen gelbliche bis hellgraue Chalcedonstücke, eckig und rundlich, z. T. mit konzentrischer heller und dunkler Streifung. Schliff: Ähnlich Nr. 194. Die Quarzsandkörner heben sich im zerstreuten und polarisierten Licht alle scharf ab vom Chalzedonzement. Zement > Interstitialvolumen. Dieser Chalcedon zeigt schwach angedeutet eine scharfe Festungsachatbänderung (am besten bei tief gezogenem Nicol zu sehen). Nicht selten hat eine beschränkte Partie dieses Festungsachates dieselbe optische Orientierung, wie das Quarzsandkorn. Vorherrschend stehen aber „Quarz“-Stengel

radial um die Quarze, bis der übrige Chalcedon folgt. Gelegentlich auch gute Ausheilung von Quarzen ringsum, mit scharfem, allothigenem Quarzkorn.
Rengakahucht, westliche Tafel in der Ebene.

196) Chalcedon mit Abdrücken von Calcitspitzen.
Hell- und dunkelgrauer Chalcedon, gebändert. Die Oberfläche ist wabenförmig, und zwar sind es Abdrücke von Calcitrhomboedern. Durchmesser der Löcher bis 5 mm. Schliff: Fast alle Typen der Chalcedonstruktur sind in diesem Stück zu finden.
Rengakahucht. Loses Stück auf dem Alluvium zusammen mit Chalcedonsandstein.

197) Brecciöser Chalcedonsandstein. (180.)
Hellgrauer glasiger Chalcedonsandstein mit mehreren zentimetergroßen Stücken roten Chalcedonsandsteins. Schliff: Quarze rundlich, subangular, ohne erkennbare Ausheilung in überreichlichem, einartigem, klarem, tridymit-ähnlichem Chalcedon, der stellenweise gegen das Zentrum der Interstitien die Beschaffenheit von Quarzkornaggregat annimmt. Im Bruchstück Quarzkörner mit dünner roter Hülle und klarer feinkörniger bis feinfaseriger Chalcedon.
Fuß der Ostklippe.

198) Brecciöser Chalcedonsandstein. (180.)
Grau mit kleinen Stücken roten Sandsteins. Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Sehr geringfügige, sackige Ausheilung der Quarze, stellenweise. Chalcedonzement umgibt bisweilen in Opal-Achatlagenbändern die Quarze; sonst meist nur einartiger, schwach milchiger Chalcedon.
Abhang der Ostklippe.

199—200) Brecciöser Chalcedonsandstein. (178.)
Bruchstücke von rotem Chalcedonsandstein in grauem Chalcedonsandstein. Schliff: In letzterem sind die Quarze vielfach mit wenig ausgeprägten Kristallspitzen ausgeheilt. Sonst klarer Chalcedon und Chalcedon in Pseudomorphosen nach plastisch-körnigem Calcit. Junge Breccie durch Zerstückelung in situ.
Zwischen Felskap II und Waldecke.

201) Brecciöser Chalcedonsandstein. (179.)
Dunkel graugelber glasiger Chalcedonsandstein mit Stücken roten glasigen Chalcedonsandsteins. Schliff: Bruchstücke mit Ausheilungsrändern der Quarze und dann dünner Eisenhydroxydhülle und sehr reinem, feinkörnigem Chalcedon in geringer Menge. Im Chalcedonsandstein runde Quarze ohne Ausheilung mit überreichem, gelbem, feinfaserigkörnigem Chalcedon. Grenze zwischen Sandstein und Bruchstücken scharf.
Südlich der Waldecke, nahe dem Fuß der Ostklippe.

III. Sandsteine.

1) Mürbe Sandsteine.

202) Hellgrüner mürber Chalcedonsandstein. (174.)
Porös. Schliff: Schmale ausheilende Ränder um die Quarzkörner, sehr wenig Chalcedon.
Obere Partie der Rengakaschichten, Kap Rengaka.

203) Mürber bis halbfester kieseliger Sandstein. (179.)
Zementarm, weiß. Schliff: Ausheilung kommt zuweilen vor. Geringe Mengen von Zement sind eher Quarz als Chalcedon zu nennen. Felderteilung vieler Quarze.
Waldecke.

204) Roter bis grauer mürber mittelkörniger Sandstein. (179.)
Südlich der Waldecke, nahe der Ostklippe.

205) Grauer bis bräunlicher poröser Sandstein. (179.)
Mit deutlichem Zement im Überschuß.
Waldecke.

206) Brauner mürber Sandstein. (180.)
Porös, zementarm.
Westklippe. Abhang.

207) Grauer mürber Sandstein. (179.)
Porös, zementarm.
Waldecke.

208) Grauer bis bräunlicher Sandstein. (179.)
Porös, halbfest, zementarm, in Flecken leicht glasig.
Waldecke.

209) Weißer Sandstein. (178.)
Porös, mürb, zementarm.
Felskap II.

2) Eingekieselte Sandsteine.

a. Halbglasig.

210) Grauer bis weißlicher halbfester Sandstein. (179.)
Mit spärlichem Zement. Schliff: Ausheilung der Quarze stellenweise; meist schwer erkennbar. Zement spärlich, meist feinkörniger gelblicher Chalcedon.
Waldecke.

211) Grauer Sandstein. (179.)
Halbfest, stellenweise glasig. Zement spärlich, weiß.
Waldecke.

212) Chalcedonsandstein. (178.)
Blaßgrau, halbglasig. Schliff: Quarze durch schmale Ausheilung verwachsen. Sehr wenig Zement aus einartigem, gröberem Chalcedon.
Felskap II.

213) Chalcedonsandstein. (174.)
Bräunlich violett, glasig. Schliff: Wenig Zement. Quarze schwach und zumeist schlecht erkennbar ausgeheilt und dadurch stellenweise verwachsen. Zement gelber kleinkörniger „tridymit"-artiger Chalcedon.
Mittlere Partie der Rengakaschichten. Kap Rengaka.

214) Chalcedonsandstein. (178.)
Teils braun und glasig, teils weiß und mürb.
Felskap II.

215) Chalcedonsandstein. (178.)
Teils weiß und mürb, teils braun und halbglasig.
Felskap I.

216) Chalcedonsandstein. (178.)
Weißer bis bräunlicher, halbglasiger Sandstein. Schliff: Starke Ausheilung, z. T. nur schmale Ränder um die Quarze. Chalcedon grobkörnig, auch feinfaserig, einartig; stellenweise bildet er Rand um Quarze (ohne Achatbänder).
Felskap II.

217) Chalcedonsandstein. (179.)
Weiß mit braunen und gelben Lagen; halbglasig.
Waldecke.

218) Chalcedonsandstein. (180.)
Rot, halbglasig, mittelkörnig. Schliff: Quarze subangular bis rund. Ausheilung nur lokal durch zackige Form erkennbar, aber doch vielfach Verwachsung durch Impression. Chalcedonzement > Interstitialvolumen, polarisiert überall sehr schwach, fast Opal, mit körnigem Zerfall; aber doch vielfach dünne Lagen um die Quarzkörner oder um und zwischen den verwachsenen Quarzkorngruppen.
Fuß der Ostklippe.

219) Roter Chalcedonsandstein. (180.)
Feinkörnig, halbglasig, mit bis mehrere Zentimeter großen Chalcedondrusen. Schliff: Kleine runde Quarze. Chalcedon > Porenvolumen, bald ganz rein, bald mit breitem, einlagigem, sich kräftig abhebendem äußern Rand.
In dünnerem Schliff haben die Quarzkörner meist zunächst eine Hülle, die gegen den Chalcedon scharf abgesetzt ist und zahlreichste stark polarisierende Fäserchen und Flitterchen in dichtem Gewirre enthält (NB. nicht Calcit). Dieselben könnten Glimmer, durchmischt mit Chalcedon sein, oder aber ein ganz unbestimmbares Mineral. Die Chalcedondrusen sind wahrscheinlich zweite Generation.
Abhang der Ostklippe.

220) Grüner glasiger bis halbglasiger Chalcedonsandstein. (176.)
Schliff: Quarze subangular bis gerundet. Zement > Interstitialvolumen, überall typischer Achat (fast Opal)-Rand mit 6—8 feinsten Lagen und Chalcedon im Zentrum. Die Quarze heben sich durch die Achatumrandung sehr scharf ab. Gelegentlich sind sie dicht aneinander gepreßt, ohne Zement zwischen sich. Eingekieselter Chalcedonsandstein.
Rengakabucht, westliche Tafel.

221) Grüner halbglasiger Chalcedonsandstein. (155.)
Mit kleinen von Chalcedon ausgekleideten Hohlräumen. Schliff: Quarzkörner stark gerundet, ferner Körner von verkieseltem Mergelkalk. Zement > Interstitialvolumen. Breite Opalränder um die Sandkörner, aus feinen Lagen, meist fast ganz isotrop, stellenweise mit schwacher Aufhellung beim Drehen zwischen gekreuzten Nicols; darauf folgt Chalcedon, wo größere Interstitien waren. In größeren Partien des Präparats ist weniger von diesem Opal mit Chalcedon zu sehen, man könnte hier an eine chalcedonisierte Grundmasse denken — also teils verkieseltes, teils eingekieseltes Gestein.
Plateaurand südlich Ssepotes Kraal. Profil IV. a[1].

b. Glasige Sandsteine.

222) Grauer und violetter Chalcedonsandstein. (174.)
Glasig. Schliff: Quarze alle schwach ausgeheilt und dadurch verwachsen; oft mit vielen kleinsten Kristallspitzen ausgeheilt; dann oft dünne Eisenhülle. Rest der Interstitien durch ganz schwach polarisierenden, feinkörnigen Chalcedon, z. T. mit Opalrand, ausgefüllt. Im Zentrum vereinzelt ein Calcitkorn. Eisenhülle lokal stärker, auch aus opaken Körnchen bestehend, dadurch wird das Gestein fleckig.
Untere Partie der Rengakaschichten. Cap Rengaka.

223) Chalcedonsandstein. (174.)
Gleich Nr. 222. Schliff: Fast alle Quarze mit Spitzen und Zacken ausgeheilt und verwachsen, außer wo Eisenhülle vorhanden ist. Zement > Interstitialvolumen, chalcedon- bis opalartig struiert, mit Bändern, auch offenbar viel feinste Poren, namentlich im Zentrum.
Mittlere Partie der Rengakaschichten. Kap Rengaka.

224) Chalcedonsandstein. (179.)
Grau bis bräunlich, glasig. Schliff: Adpression und Verwachsung der Quarze verhanden. Ausheilung nur selten mit einiger Sicherheit zu erkennen. Zement > Interstitialvolumen, Chalcedon, einartig, sehr licht und klar, feinkörnig, im zerstreuten Licht „tridymit"-ähnlich.
Waldecke.

225) Chalcedonsandstein. (179.)
Glasig, fleischfarben mit Verwitterungsrinde. Dieselbe ist hellrötlich mit gelber Zone und dunklem verlaufenden Innenrande. Schliff: Schmale Ausheilungssäume der stark gerundeten Quarzkörner sind vielfach deutlichst zu beobachten. Die Struktur des Gesteins ist aber nur zu erklären durch Ausheilung und Impression, d. h. ein kleineres Korn mit kleinem Radius macht einen Eindruck in einem größeren Korn. Dazu kommt auffallend oft Felderteilung der Quarze im polarisierten Licht. Druckphänomene kommen also in Frage. Zement > Interstitialvolumen; Chalcedon.
Waldecke.

226) Chalcedonsandstein. (174.)
Blaßviolett bis grau, glasig. Schliff: Quarze meist subangular mit schwacher Ausheilung mit Spitzen, stellenweise aber auch stärker bis zum Verwachsen. Zement > Interstitialvolumen, bald Opal, bald Chalcedon; bald Bänder, bald gelber schlierigflaseriger Chalcedon — sehr verschieden also.
Mittlere Partie der Rengakaschichten. Kap Rengaka.

227) Chalcedonsandstein. (174.)
Dunkelviolett glasig und weiß mürb gefleckt. Schliff: Vielfach Ausheilung der Quarze mit Verwachsung. Vielfach Eisenoxydsaum um Quarze, von feinster Hülle bis Körnchen. Zement > Interstitialvolumen, Chalcedon, rein farblos, feinkörnig, einartig.
Kap Rengaka, obere Partien.

228) Chalcedonsandstein. (179.)
Grau-glasig und bräunlich-halbglasig. Schliff: Starkrunde Quarze mit geringem Ausheilungs-Spitzenkranz. Dadurch und durch Impression Verwachsung. Quarze stellenweise fleckig und undulös polarisierend. Zement > Interstitialvolumen; Chalcedon, in einer Hälfte des Präparats klar feinkörnig, schwach polarisierend, in der andern feinporös, traubig, „tridymit"-ähnlich.
Waldecke.

229) Chalcedonsandstein. (180.)
Fleischrot, hell und dunkel gebändert, kleinfleckig, flammig. Schliff: Sehr verschieden große Quarzkörner, stellenweise mit Ausheilungsrand, selten verwachsen. In überreichlichem Chalcedon, der überall die gleiche ziemlich feinkörnige Struktur und meist viel zerrissene Poren besitzt. Die Fleckigkeit des Gesteins wird durch Menge und Form der Poren im Chalcedon bedingt.
Abhang des Plateaus westlich der Westklippe.

230) Kristallsandstein. (151.)
Hellgrau, glasig, mit bleistift- bis fingerdicken geraden Röhren. Rotbraun verwitternd. Schliff: Die Quarzkörner sind sämtlich ausgeheilt, schließen sich polyedrisch aneinander, wie in einem kristallinischen Quarzit. Es bleiben wenige Poren, die z. T. von eisenschüssiger Masse erfüllt sind. Die allothigenen Körner sind gut zu sehen. Besonders interessant ist der Umstand, daß öfters gekrümmte Anwachsstreifen im authigenen Quarz zu sehen sind. Kein Rest von feinkörnigem Chalcedon, kein Calcit, also keine Verkieselung nachweisbar.
Ostseite des Buschmanntals.

231) Chalcedonsandstein. (164.)
Teils weiß und mürb, teils grau und glasig. Schliff: Quarze subangular bis gerundet, gelegentlich dicht aneinander gepreßt, ohne Zement. Zement spärlich, aber > Interstitial-

volumen. Chalcedon mit stark milchigen, also schwach polarisierenden Opal-Achatlagen mit Chalcedon im Zentrum. Achat gleichmäßig um alle Körner. Eingekieselt, keine Verkieselung.
Rengakabucht, westliche Tafel.

232) Chalcedonsandstein. (162.)
Rotglasig und weiß (halbglasig) gefleckt. Schliff: Quarze subangular, von verschiedener Größe, mit dünner Eisenhülle. Zement > Interstitialvolumen, meist sehr feinkörniger, etwas eisenhydroxydstaubhaltiger Chalcedon. Seltener um Quarze Achat (fast Opal)-Rand mit Chalcedonzentrum. Keine Verkieselung.
Südrand der Lagune. Rengakabucht.

3) Kalksandsteine.

a. Nicht verkieselt.

233) Weißer, leicht rötlich gefleckter Kalksandstein — Pfannensandstein. (162.)
Braust stark mit HCl; trübe schwachflockige Lösung mit Sediment aus grobem und feinem Sand und wenig Chalcedon-Skeletten. Mikrochemisch Ca. Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Calcit bald dicht, bald vorherrschend plastisch-körnig.
Rengakabucht, Südrand der Lagune am Wasserriß.

234) Kalksandstein — Pfannensandstein. (162.)
Grau, z. T. mit rostfarbenen Sandkörnern. Braust stark mit HCl. Trübe Lösung, viel Sediment aus grobem und feinem Sand. Kein Chalcedon. Mikrochemisch Ca, wenig Mg. Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Calcit, gleichmäßig plastisch-körnig.
Rengakabucht, Südrand der Lagune am Wasserriß.

235) Kalksandstein — mürber Pfannensandstein. (176.)
Grünlich weiß, mürb und locker. Braust sehr stark mit HCl, schwache trübe und flockige Lösung mit viel Sediment aus grobem und feinem Sand, lichtgrünem Glimmer (?). Spur von Chalcedon. Mikrochemisch Ca.
Plateaurand östlich Kap Mopipa.

236) Konglomeratischer Kalksandstein mit Dolomitgeröllen. (176.)
Im grünlichen Pfannensandstein liegen bis haselnußgroße weiße bis rauchgraue Gerölle. Schliff: Im zementierenden Kalksandstein Zement > Interstitialvolumen. Der Kalk grobkörnig, plastisch, aber noch keine Rhomboeder. Die Gerölle brausen schwach in dünner HCl, lösen sich aber ganz in kochender HCl; schwach trübe Lösung. Rest Sandkörner und einige Chalcedonskelette. Mikrochemisch Ca und Mg (reiner Dolomit).
Oberster Teil der Dolomitklippe östlich von Kap Mopipa.

237) Dichter, dolomitischer Kalkstein bis Dolomit. (176.)
Grünlich, mit Sandschnüren. Braust schwach in kalter verdünnter HCl; stark in kochender Lösung; stark trübe flockige Lösung mit wenig Sediment aus Ton, einigen Quarzkörnern und viel Eisenerzkörnern. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Verstreute Quarzsandkörner. Dolomit körnig geworden, mit Neigung, das Ton in Zentrum der Körner aufzunehmen. Noch keine R.
Seitenteile der Dolomitklippe östlich von Kap Mopipa.

238) Dichter, weißer dolomitischer Kalkstein bis Dolomit. (176.)
Braust schwach in kalter verdünnter, stark in kochender HCl, trübe, schwach flockige Lösung. Rest Ton und Flocken. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Sehr feinkörniger unreiner Dolomit mit Schmitzen von gröberem Korn.
Zentraler Teil der Dolomitklippe östlich von Kap Mopipa.

b. Verkieselt.

239—240) Halbverkieselter Dolomitsandstein. (180.)
Leicht rötlich, feinkörnig. Braust schwach in verdünnter HCl; stark, wenn gekocht. Klare Lösung mit wenig Flocken. Stück bleibt unverändert. Mikrochemisch Ca, Mg (Dolomit). Schliff: Quarze meist mit schwacher Spitzenausheilung, stellenweise verwachsen, liegen in überreichlichem Dolomitzement mit viel R (z. T. von zonarem Bau). Vereinzelte Körner von Chalcedon, resp. authigenem Quarz, und auch Partien von feinkörnigem Chalcedon.
Abhang westlich der Westklippe.

241) Halbverkieselter Dolomitsandstein — Pfannensandstein. (162.)
Hellgrau, fleckig, leicht glasig. In HCl schwaches Brausen, stark wenn gekocht. Ganz klare Lösung; Stück bleibt. Mikrochemisch Ca, Mg (Dolomit). Schliff: Quarzsand, stark gerundet bis subangular. Zement: Körnchen, kleine und viele große R. (sehr scharf) von Dolomit; die großen R, z. T. von zonarem Bau, liegen in Chalcedon, der aus Achat-, fast Opal-Rändern mit innerem Chalcedon besteht. Die Achatränder umgeben sehr oft die großen Dolomitrhomboeder. Auch größere Partien von Chalcedon.
Rengakabucht, Südrand der Lagune am Wasserriß.

242) Grauer bis grünlicher Kalksandstein — Pfannensandstein. (176.)
Mit dunkleren glasigen Partien. Braust stark in HCl, trübe, schwachflockige Lösung mit Sediment aus Sand und grünlichem Glimmer (?). Mikrochemisch Ca, etwas Mg. Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Kalk körnig geworden, aber nicht sehr plastisch körnig. Schwache Verkieselung nachweisbar. In den glasigen Partien stark verkieselt.
Plateaurand östlich Kap Mopipa (b[1] in Fig. 25, Blatt 12).

243) Völlig verkieselter Kalksandstein. (158.)
Außen mürber, innen glasig glänzender grauer Sandstein. Schliff: Quarze subangular. Zement besteht aus trüben Opal-Achaträndern mit Chalcedonzentrum; ferner ehemalige „plastische" Calcitkörner, auch scharfe Rhomboeder, völlig in Chalcedon von trüber Beschaffenhait umgewandelt.
Westseite des Buschmanntals. Auf dem Plateau im Gebiet der Geröllmassen.

III. Gesteine vom Ngamifluß und Botletle.

I. Botletleschichten.

244) Eingekieselter Chalcedonsandstein. (148, 201.)
Glasig glänzender bräunlich graugrüner, schwarz gefleckter Sandstein mit mürber Verwitterungsrinde. Schliff: Stark gerundete Quarze. Zement > Interstitialvolumen, ist wirrfaserig-blätteriger Chalcedon mit etwas Neigung zur kleinsttraubigen Struktur. Mehrfach, aber nicht überall ist das Zentrum der von Chalcedon erfüllten Interstitien völlig amorpher Opal, doch ist der Unterschied zwischen amorphem und polarisierendem Chalcedon im zerstreuten Licht, auch bei verschiedener Höhe des Polarisators, nicht zu erkennen.
Ngamifluß. Engpaß II, östlich Toting.

245) Eisenschüssiger eingekieselter Chalcedonsandstein. (148, 201.)
Rotbrauner, weiß gesprenkelter, leicht glänzender Sandstein. Schliff: Stark gerundete Quarze, alle umgeben von tief rotbraunem, eisenschüssigem, opakem Chalcedon, dann Füllung der Interstitien durch schneeweißen Chalcedon, der also stark feinst porös ist, aber noch traubige Struktur und Lagenstruktur bei starker Beleuchtung zeigt. Die rotbraunen Ränder sind nicht ganz kontinuierlich.
Ngamifluß. Engpaß II, östlich Toting.

246) Eingekieselter Chalcedonsandstein. (148, 201.)
Grauer mürber feinkörniger Sandstein. Schliff: Quarze subangular. Zement spärlich, aber noch größer als das Interstitialvolumen. Es ist einartiger Chalcedon, fein, wirrfaserig bis sehr feinkörnig; schwach polarisierend. Keine Ausheilung der Quarze, keine Verkieselung.
Engpaß II. Östlich Toting, Ngamifluß.

247) Chalcedon. (148, 201.)
Blaßrötlich bis dunkelgrünlich durchscheinender nicht glasiger Chalcedon. Schliff: Recht reiner Chalcedon, meist klein bis feinbüschelig, keine ganzen Interferenzkreuze.
Ngamifluß. Engpaß östlich Toting. Einlagerung in die Chalcedonsandsteine.

II. Kalaharikalk.

248) Harter Kalksandstein. (207, 208.)
Gelblicher harter Kalksandstein mit sandarmen Partien. Auf Klüften Überzüge von traubigem Chalcedon. Das Gestein ist daher wohl teilweise verkieselt. Braust stark in HCl; viel schwachflockiges Sediment. Mikrochemisch Ca. Ein Schliff wurde nicht hergestellt, weil das Gesteinsstück zu klein war.
Meno a Kwena am Botletle. Oberflächenbank b.

249) Mürber unregelmäßig verkieselter Sandstein. (207, 208.)
Mürber zerreiblicher grauer Sandstein mit rundlichen bis walnußgroßen grünlichen Partien. Braust sehr schwach. Mikrochemisch wenig Ca, etwas mehr Mg. In Wasser gekocht; starke Reaktion auf NaCl und etwas $MgSO^4$. Schliff: Dolomitsandstein. Calcit ist überall kristallinischkörnig geworden. Oft viel Kristallspitzen. Unregelmäßige Partien mit feinem Chalcedon. Ferner Partien mit völlig amorphem Opal.
Meno a Kwena am Botletle.

250) Kalksandstein. (207, 208.)
Grauer mürber von gewundenen Röhren durchsetzter Sandstein mit grünen kochsalz-

haltigen Partien. In den Löchern und Röhren war ursprünglich auch grüner salzhaltiger Sand. Braust sehr stark in großen Blasen; Lösung stark trübe, flockig, mit viel Sediment von Sand und Ton. Mikrochemisch Ca.
Meno a Kwena am Botletle.

251) Kalksandstein. (207, 208.)
Grauer mürber zerreiblicher Sandstein mit Gastropoden (Buliminus). Braust stark, sehr starke flockige Lösung, viel Sediment aus Sand und Ton. Mikrochemisch Ca.
Meno a Kwena am Botletle.

252) Halbverkieselter Kalksandstein. (207, 208.)
In mürbem, weißlichem Sandstein stecken unregelmäßige kompakte glänzende Kerne. Braust schwach in H Cl. Das Stück bleibt unverändert; klare Lösung. Mikrochemisch Ca, etwas Mg. Schliff: Dichtes Kalkzement meist ganz in grobes plastisches Korn umgewandelt. Dabei hat der Calcit entschiedenste Neigung zu R-Bildung. Schliff entkalkt; frei: Dicke weiße poröse Masse. Schliff entkalkt; bedeckt: bellpellucid wegen stark porösen Chalcedons um die Quarzkörner, sonst in den Interstitien viel völlig amorpher Opal, seltner ganz schwach polarisierende innere Bänder von Chalcedon.
Meno a Kwena am Botletle.

253) Halbverkieselter dolomitischer Kalksandstein. (207, 208.)
Gelblich weißlicher mürber Sandstein mit harten kompakten glasigen Kernen. Braust schwach in H Cl; das Stück bleibt unverändert. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Quarzkörner alle, manche nur z. T. von einer dünnen Kalkhülle von feinstem Korn umgeben. Das Korn ist außen gröber: es haben sich vielfach Kristallspitzen gebildet, die nun in den die mittlere Partie des Interstitialraumes einnehmenden, völlig amorphen Opal hineinragen. Der Opal ist wasserklar, hyalitartig, ohne Wachstumslagen. Das Zentrum ist meist leer, bisweilen aber durch ein sekundäres Calcitindividuum ausgefüllt. Verkieselung ist unzweifelhaft.
Meno a Kwena am Botletle.

254) Dolomitsandstein. (207, 208.)
Gelblicher mürber, aber doch harter Sandstein. Braust schwach in verdünnter H Cl; stark, wenn gekocht. Sehr lebhafte CO^2-Entwicklung beim Kochen. Das Stück bleibt. Mikrochemisch Ca und Mg (Dolomit). Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Struktur wesentlich gleich Nr. 252, aber stellenweise mehr dichtes, anderswo mehr gröber körniges Zement. Neigung des Calcits zu Kristallbildung, aber ohne scharfe R zu erreichen.
Meno a Kwena am Botletle.

255) Dolomitischer Kalksandstein mit halbverkieselten Kernen. (207, 208.)
Mürber zerreiblicher weißlicher Sandstein mit kompakten harten glasigglänzenden Kernen. Braust schwach in kalter H Cl; stark, wenn gekocht. Das Stück bleibt unverändert. Mikrochemisch Ca und Mg.
Meno a Kwena am Botletle.

256) Dolomitischer Kalksandstein mit halbverkieselten Kornen. (207, 208.)
Weißlicher mürber Sandstein mit Gastropoden und grauen kompakten Kernen. Schliff durch den Kern: Dolomit grobkörnig, > Interstitialvolumen. Chalcedon nur an einzelnen Stellen sichtbar. Wahrscheinlich gehören zum Chalcedon auch alle feinkörnigen von Dolomit durchsetzten Partien an den Sandkörnern.
Meno a Kwena am Botletle.

257) Halbverkieselter Dolomitsandstein bis Dolomit. (209.)
Gelblicher Sandstein mit überreichlichem Zement, das unter Sandverlust in kompakten gelblichen Dolomit übergeht. In demselben Röhren aus grünlichem und grauem, glasigglänzendem Sandstein. Traubiger Chalcedon auf Klüften und Hohlräumen.
Die nicht sandigen Partien: Brausen schwach in kalter H Cl mit kleinen Blasen; sehr stark, wenn gekocht. Lösung trüb mit viel Flocken. Rest Ton und kleine Chalcedonaggregate. Mikrochemisch Ca und Mg.
Die sandigen Partion: Brausen schwach mit kleinen Blasen; stark, wenn gekocht. Schwachflockige Lösung; Stück bleibt. Mikrochemisch Ca und Mg.
Schliff: Teils feinstkörniger Dolomit im Kristallinischwerden begriffen, teils Sandstein mit grobem Dolomitkörner-Zement. Im Zentrum der Interstitialräume steckt oft ein Dolomitkorn oder sehr selten amorpher Opal.
[2]Namessan am Botletle. Oberste harte Bank des Pfannensandsteins.

258) Sandiger Kalkstein. (209.)
Poröser weißer Kalktuff mit sandigen Lagen; weich. Braust lebhaft in H Cl; wird fast ganz gelöst unter Flockenbildung. Mikrochemisch Ca.
[2]Namessan am Botletle. Lokale Einlagerungen in die mürben Kalksandsteine.

259) Mürber stark verkieselter dolomitischer Kalksandstein. (209.)
Mürber gelblicher Sandstein mit kompaktem, glasigem, blaßbräunlichem, schwarz geflecktem Kern. Braust schwach in H Cl. Klare blaßgelbe Lösung. Stück bleibt unverändert. Mikro-

chemisch Ca und Mg. Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Dichtes Zement, das um die Quarze und in der Mitte der Interstitialräume in feinstkörniges Chalcedon mit Opalzentrum übergeht. Einzeine Körner bis Rhomboeder von Calcit oder Dolomit lösen sich von dem dichten Zement los und liegen im Chalcedon, der durch Verlust der Doppelbrechung mit scharfer Grenze im polarisierten Licht in den Opal des Zentrums übergeht. Der Opal zeigt bei 900facher Vergrößerung ohne Polarisator die tridymitartige Struktur. Im Schliff noch Stellen mit grobem Chalcedon. Sekundäre Verkieselung ist unzweifelhaft. Schliff entkalkt; bedeckt: Mächtige Verkieselung. Das dichte Zement ist poröser Chalcedon mit feiner Aggregatpolarisation und ist wohl von Calcit durchdrungen gewesen!
²Namessan am Botletle.

260) Halbverkieselter Kalksandstein. (209.)
Mürber gelblicher Sandstein, innen bräunlich, kompakt, glasigglänzend. Schliff: Völlig amorpher Opal tritt an Stelle von dichtem Calcit; meist bleiben dabei Poren im Zentrum der Interstitien. Stellenweise Calcitstaub im Opal. Zement > Interstitialvolumen. Interessant ist das Auftreten von isolierten Büscheln von feinfaserigem Chalcedon im Opal.
²Namessan am Botletle.

261) Verkieselter Kalksandstein. (209.)
Gelblicher mürber Sandstein mit bräunlichen Kernen. Braust beim Kochen mit verdünnter HCl schwach, aber anhaltend. Mikrochemisch wenig Ca. Schliff: Viel poröser Chalcedon. Calcit meist noch an den Rändern der Quarze. Von dem Chalcedon ist Opal schwach abgesetzt, der die Zentren der Interstitialräume bildet und fast nicht polarisiert. Zement > Interstitialvolumen.
²Namessan am Botletle.

262—263) Mürber Kalksandstein. (209.)
Mürber zerreiblicher Sandstein mit Kalkzement und bis bleistiftdicken gewundenen Röhren.
²Namessan am Botletle. Über der Schutthalde liegendste Schichte.

264) Mürber teilweise verkieselter Kalksandstein. (211.)
Gelblicher mürber, aber doch fester Sandstein. Braust stark in HCl. Schwach flockige Lösung. Mikrochemisch Ca. Schliff: Quarzsand mit dichtem Kalkzement, das im Zentrum der Interstitien grobkristallinisch geworden ist. Kleine Stellen sind verkieselt. Streifen von Kalkstein von Sinterbeschaffenheit.
Letter tree am Botletle. Harte Oberflächenbank des Pfannensandsteins.

264a) Kalaharisand. (208.)
Kalkreicher graubrauner, mäßig fester Sand. Mikroskopisch Sand mit Hülle von Kalkspatkörnern, zahlreiche Diatomeen und Spiculae. Nach Auflösen des Kalks wird schmutzig braune flottierende organische Substanz sichtbar, reichlich; Aussehen wie der Tierkot der Seekreide. Flockenhülle um die Quarzkörner. Die Diatomeen sind nach H. Reichelt Süß- und Brackwasserformen (siehe Anhang VIII). Der Sand gleicht dem Kalk-Schlamm-Sand der norddeutschen Seen.
Meno a Kwena, liegendste Schicht des Kalaharisandes über dem Kalaharikalk.

IV. Gesteine aus dem Chansefeld, vom Epukiro und Gobabis.

A. Chanseschichten.

265) Kieselige feldspatreiche Grauwacke (Arkose). (331.)
Rotbraune feinkörnige Grauwacke durch feine schwarze Lagen geschichtet. Schliff: Viel Orthoklas und Plagioklas, etwas Mikroklin; ein großes Stück Kaliglimmer. Ferner ausgeheilter Quarz mit einzelnen Kristallflächen, oder auch Körner, die dem Gestein ein pseudokristallines Gefüge geben. Dazu Calcit in Fetzen oder kleinen und großen Rhomboedern. Ferner feinkörniges Quarz-Glimmeraggregat als Zement und in Pseudokörnern. Die kleinen Calcitrhomboeder liegen bisweilen in neugebildetem Quarz, die großen Rhomboeder umschließen dagegen kleine Körner von neugebildetem Quarz! Eisenglanz in Körnern und Fetzen vielfach zwischen den allothigenen Körnern.
⁴Andji Berge.

265a) Kieselige feldspatreiche Grauwacke. (224.)
Rötlichgraue, feinkörnige Grauwacke mit Eisenglanzschüppchen. Schliff: Quarzkörner, Orthoklas und Plagioklas, Calcit und Eisenglanz.
Ostende der Hnaahügel.

266) Kieselige feldspatreiche Grauwacke (Arkose). (360.)
Wesentlich gleich 265. Gebogene Glimmerblätter. Die Interstitien zwischen deutlichen Quarzsandkörnern werden durch ausheilenden Quarz ausgefüllt, der sich an die benachbarten Quarzsandkörner anschließt. Dieselben sind meist von einer dünnen Eisenhydroxydhaut umgeben.
Pfanne zwischen [2]Oas und [2]Kaikus.

267) Schwach verkieselter Kalkstein. (262.)
Blaßgelblichbrauner dichter Kalkstein mit gelben Lagen, die auf der angewitterten Fläche Furchen bilden. Schliff: Zwischen den Calcitkörnern überall Körner mit wandernden Schatten — Chalcedon, nicht klastischer Quarz. Braust lebhaft mit H Cl. Gibt gelbe schwachtrübe Lösung mit Rest des ganzen Stücks. Derselbe ist zerdrückbar und wesentlich Chalcedonsand, auch R-Pseudomorphosen. Schliff entkalkt; frei: Lockeres Netzwerk von Chalcedonkörnern, darunter unzweifelhafte R-Pseudomorphosen. Schliff; bedeckt: Klar, aber toniges Eisenhydroxyd tritt mehr hervor. Mikrochemisch Ca, wenig Mg.
Chansefeld. 6,5 km von Chanse am [2]Neits-o-Weg.

B. Ngamischichten.

268) Verkieselter Sandstein. (362, 364.)
Roter sehr feinkörniger Sandstein mit Lagen grobkörnigen Sandsteins und mit Geröllen alter Grauwacken. Schliff: Quarze alle klein und splitterig, ähnlich dem Rotsandsteintypus. Überall gleichmäßig vorhandenes Chalcedonzement, feinstkörnig, bisweilen mit Achatzonen (Einkieselung?). Auch R-Pseudomorphosen, und zwar wasserklar. Ihre Zahl entzieht sich aber jeder Schätzung. Jedenfalls ist Verkieselung sicher.
Gobabis, [2]Nossobtal. Linkes Ufer. Obere Ngamischichten, Bank h in Profil Fig. 10.

269) Blaßbläulichgrauer Dolomit. (361, 364.)
Dicht, bläulichgrau, rosa gefleckt. Auf der angewitterten Fläche Furchen. Braust schwach in kalter H Cl. Wird beim Kochen ganz gelöst; trübe Lösung. Rest kleine schwach polarisierende Körner und einige gute R-Pseudomorphosen von Chalcedon. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Feinkörnig mit Neigung zur Bildung von Rhomboedern.
Gobabis. Linkes Ufer des [2]Nossobtals: Mittlere Ngamischichten.

270) Halbverkieselter Dolomit. (361, 364.)
Dunkel- und hellgrau gefleckter Dolomit mit herausgewitterten Chalcedonrindern und -stücken. Braust sehr schwach in H Cl, stark wenn gekocht. Die Lösung bleibt lange trüb. Der Rest ist ein scharfes hartes Stück, ein Chalcedongerippe; dazu schwarzer Staub und Körnchen von feinkörnigem Chalcedon. Mikrochemisch Ca und Mg. Schliff: Grobkörnig werdender Dolomit mit feinkörnigen Resten; Dolomitrhomboeder in reichlichen Partien grobkörnigen quarzartigen Chalcedons mit undulöser Auslöschung. Einige große scharfe Eisenkieskristalle.
Gobabis. Linkes Ufer des [2]Nossob. Mittlere Ngamischichten.

271) Schieferiger Kalkstein. (153, 361, 364).
Dunkel blaugrauer Kalkstein durch feine rote und gelbe Lagen geschiefert. Schliff: Kalkstein von Chalcedon schwach durchtränkt, stellenweise mit Calcitrhomboedern. Feine Adern im Gestein bestehen aus: 1) sehr scharfen Calcitrhomboedern, 2) Opal, sehr schwach polarisierend, mit körnigem Zerfall im zerstreuten Licht, 3) Chalcedon im Innern.
Gobabis. Linkes Ufer des [2]Nossob. Unterstes Glied der mittleren Ngamischichten.

C. Botletleschichten.

272) Konglomeratischer Opal-Chalcedonsandstein. (362, 364.)
Rotbraunes grobkörniges Gestein mit Gesteinsbrocken und Chalcedondrusen. Typus Chalcedondrusengestein. Schliff: Bruchstücke von verkieseltem Grauwackensandstein. Um die Bruchstücke und um isolierte Quarze meist kräftige Säume von Eisenhydroxyd. Keine Ausheilung der Quarzkörner. Zement ist Opal mit sehr schwacher Polarisation. Im Kern der Interstitien stark polarisierender Chalcedon.
Nicht bloß imprägniertes Gestein, sondern verkitteter Gesteinsgrus.
Gobabis. Linkes Ufer des [2]Nossob. Botletleschichten über oberen Ngamischichten.

273) Konglomeratischer sandiger Kalkstein. (340.)
Große rundliche und eckige Stücke von Chansegrauwacke und Quarz liegen in weißlich gelblichem Sandstein mit überschüssigem Kalkzement. Letzteres selbst ist brecciös, in dem Stücke sandarmen Kalksteins in sandreichem liegen. Braust stark mit H Cl. Gibt schwachtrübe flockige Lösung mit Sediment (toniger Sand). Mikrochemisch Ca. Schliff: Der Calcit ist stellenweise fleckig und kristallinisch körnig, ist aber auch brecciös oder konglomeratisch, und zwar schwach feinsandiger Kalkstein in Kalksandstein.
Epukirotal bei [2]Nakais. Salzpfanne westlich der Quelle. Liegendstes des Pfannensandsteins.

274) Schwachverkieselter dichter Kalkstein. (340.)
Weißlichgelblicher bis grünlicher gefleckter dichter Kalkstein. Braust anhaltend in verdünnter H Cl. Lösung klar, Stück bleibt. Rest zerdrückbar, enthält auch Quarzkörner. Er hat die Struktur des Kalksteins, aber fast gar nicht polarisierend und mit feinstem Staub (Ton?). Mikrochemisch Ca. Schliff: Reiner äußerst fein kristallinkörniger Kalkstein mit vereinzelten Quarzsplittern und Körnern. Am Rande des Präparats eine Ader von fast amorphem Opal. Daneben löst sich der Kalk in einzelne Körner auf, die auch noch im Opal liegen. Eine kleine verkieselte Partie, sonst nur reiner Kalkstein zu sehen. Schliff entkalkt; frei: Dicke weiße Schicht als gleichmäßiges feinstes Netzwerk von Chalcedonfasern, nur vergleichbar dem feinsten Spongienskelett. Schliff entkalkt; bedeckt: Ganz pelluzid, im polarisiertem Licht bis auf wenige Flitter nur mit Spuren von Polarisation bei grellster Beleuchtung.
Epukirotal bei [2]Nakais. Salzpfanne westlich der Quelle. Pfannensandstein.

275) Dichter Kalkstein. (340.)
Blaßbräunlich, gefleckt, scheinbar brecciös. Braust stark in H Cl, gibt ganz klare starkflockige Lösung. Der geringe Rest ist sicher Chalcedon. Schliff: Mikroskopisch kristallinkörnig.
Epukiro bei [2]Nakais. Salzpfanne westlich der Quelle. Pfannensandstein.

276) Sandiger Kalkstein. (340.)
Gelblicher poröser sandiger Kalkstein bis Kalksandstein. Braust stark mit H Cl; trübe starkflockige Lösung. Als Rest Brocken von tonigem Sand. Mikrochemisch Ca. Schliff: Dichter Kalk, der an einigen Stellen kristallin wird. Mehr Kalk als Sand.
Epukirotal bei [2]Nakais. Salzpfanne westlich der Quelle. Pfannensandstein.

277—278) Eisenschüssige Breccie. (360.)
In einem rotbraunen, von zelligen Eisenhydroxydschalen durchzogenem Sandstein liegen eckige Bruchstücke von weißem Quarz der Chanseschichten. Es ist in Laterit verwandelter zelliger, löcheriger Chalcedonsandstein der Botletleschichten.
Scholle bei [2]Oas, am Weg nach Gobabis.

279) Grobkörniger poröser Chalcedonsandstein. (360.)
Rosa gefärbter glasiger Sandstein mit überschüssigem, z. T. blaßbläulichweißem Zement. Schliff: Zement aus breiten Lagen in der Mitte ganz isotropen Opals, dessen äußere und innere Zone polarisiert. Innerhalb des Opals reiner Chalcedon, aber meist endet der Absatz mit der inneren polarisierenden Lage von Achat, die sich in zerstreutem Licht wie die äußere abhebt. Die Quarze sind groß und gerundet, fast stets mit kleinen ausheilenden Spitzen. Zement > Interstitialvolumen.
[2]Oas, Weg nach Gobabis.

V. Gesteine aus dem [1]Gamfeld und von [2]Garu.

I. Gesteine der Ngami-Schichten.

280) Kristallinisch-körniger Dolomit. (300.)
Rötlichgrauer mittelkörniger Dolomit mit grobkörnigen Adern von Dolomit; Pyritkristalle und Eisenspat. Braust sehr schwach in verd. H Cl und löst sich beim Kochen auf; geringes Sediment aus mittelkörnigen Quarz-Chalcedon-Aggregaten ohne sichtbare Konturen der Körner. Die Aggregate sind mit feinstem Eisenhydroxydstaub erfüllt, wenig Dolomitstaub, aber meist viel Rutilmikrolithen in dicken und kurzen bis langen Nadeln, stark lichtbrechend, dunkelgelb, mit Neigung zur Zwillingsbildung und zur Gruppierung um Zentren. Mikrochemisch: Ca, Mg. Schliff: Nur Dolomit und etwas Calcit (polysynthetisch verzwillingt) in rein körnigem Gefüge.
[1]Gam, Umrandung des Beckens der Quelle.

281) Kristallinisch-körniger Dolomit. (300.)
Makroskopisch gleich 280. Mikrochemisch: Ca, Mg. Braust sehr schwach in verd. H Cl und zerfällt zu Dolomitsand. Löst sich beim Kochen bis auf Spuren feinsten Staubes.
[1]Gam, Umrandung des Beckens der Quelle.

282) Kristallinisch-körniger Dolomit. (300.)
Makroskopisch gleich 280 und 281, aber reicher an Pyrit, der deutliche Pyritoeder bildet. Braust sehr schwach in verd. H Cl, zerfällt zu Dolomitsand; löst sich gekocht bis auf geringes Sediment aus Quarz und Phlogopit. Mikrochemisch: Ca, Mg.
[1]Gam. Umrandung des Beckens der Quelle.

283) Feinkörniger Dolomit. (300.)
Weiß bis leicht bläulich, feinkörnig mit grobkristallinischen Adern und Nestern von Dolomit und Eisenspat; Pyritkristalle. Braust sehr schwach in verd. HCl; zerfällt zu Dolomitsand. Löst sich beim Kochen mit sehr geringem Sediment. Mikrochemisch: Ca, Mg.
[1]Gam, Umrandung des Beckens der Quelle.

284) Mittelkörniger Dolomit. (300.)
Bläulichgrau, fein- bis mittelkörnig, mit grobkörnigen Adern von Dolomit und Eisenspat; Pyrit. Löst sich in verd. HCl unter schwachem Brausen in Dolomitsand, gekocht bis auf geringes Sediment. Mikrochemisch: Ca, Mg.
[1]Gam, Umgebung der Quelle.

285) Feinkörniger kristallinischer Dolomit. (404.)
Blaugrau, geschichtet. Braust schwach in verd. HCl, zerfällt zu Dolomitsand. Löst sich beim Kochen bis auf eine Spur von Sediment. Mikrochemisch: Ca, Mg.
[1]Gam, Gerölle im Konglomerat des Denibtals.

286) Zuckerkörniger kristallinischer Dolomit. (401.)
Weiß, wenige längliche Poren und gelbliche Flecke. Rinde von Kalaharikalk. Braust sehr schwach in verd. HCl, zerfällt zu Dolomitsand. Gekocht löst er sich mit geringem, sandigem Rest. Mikrochemisch Ca und Mg. Das Sediment besteht aus klaren Quarzen mit viel falschen großen polygonalen Flächen. Viel Phlogopit. Beide enthalten rundliche Dolomitkörner in geringer Zahl. Im Phlogopit liegen auch selten Rutilnadeln, ferner oft große Luftporen, — für Glimmer ganz ungewöhnlich. Die Phlogopite haben polygonale Form, wie die Quarze; spaltbar nach 0P. Im Phlogopit mikrochemisch K und Mg. Kleiner Winkel der optischen Axen.
Pfanne [2]Naissóha, östlich [1]Gam.

287) Grobkörniger kristallinischer Dolomit. (401.)
Graubraun mit Pyrit. Braust sehr schwach in HCl und zerfällt schwer zu Sand. Löst sich beim Kochen mit geringem, staubigem Sediment. Mikrochemisch: Ca, Mg.
Boden der Pfanne Tnturuga.

288) Grobkörniger kristallinischer Dolomit. (403.)
Blaugrau mit grobkörnigen Partien, mit Pyrit und Eisenspat. Auf der angewitterten Fläche sandige Leisten. Braust sehr schwach in verd. HCl; zerfällt schwer zu Dolomitsand. Gekocht löst es sich bis auf einen großen Rest aus polygonalen Quarzen (mit sehr viel Dolomitkörnern) und Phlogopit. Mikrochemisch: Ca, Mg. Schliff: Klare homogene Quarze, selten mit schwacher Felderteilung, mit oder ohne Dolomit und Calcit (polysynthetisch verzwillingt). Alles ohne Kristallkontur. Die Quarze sind lagenweise reichlicher, auch in Körnern und Aggregaten angehäuft, auch mit großen Dolomitindividuen durchwachsene Körner kommen vor.
Hügel von [2]Koa[2]nacha.

289) Grobkörniger Dolomit, überreich an Quarz und Silikat. (403.)
Rötlichgrau, auf der angewitterten Fläche springen starksandige Leisten heraus. Braust sehr schwer in verd. HCl, löst sich beim Kochen mit viel Sediment aus großen polygonalen Quarzen und deren Aggregaten. Würfel von Eisenhydroxyd nach Pyrit, Phlogopit nur in kleinen Blättchen. Mikrochemisch: Ca, Mg. Schliff: Karbonat in relativ wenig Körnern und Rhomboedern. Hauptmasse Quarz, homogen oder in Felder eingeteilt, oder undulös auslöschend. Viel tiefgrün und braun pleochroitischer Apatit mit farblosem Rand in dicken kurzen Säulchen ohne Endflächen. Phosphorsäure wurde chemisch nachgewiesen. Phlogopit nur in Schuppenaggregaten. Dazu völlig fremd aussehende Körner von Orthoklas und Mikroklin (kein Plagioklas) mit feinsten Poren. Viel Pyrit in $\infty O \infty$ und sekundär entstandenes Eisenhydroxyd überall in Lappen.
Hügel [2]Koa[2]nacha.

290) Aphanit (Ngamidiabas). (403.)
Schwarzbraun, feinkörnig, gleicht den Aphaniten am Ngami.
Rollstück im Konglomerat des Denibtals bei [1]Gam.

II. Gesteine der Botletleschichten.

291) Chalcedonsandstein mit wenig Calcit. (404.)
Glasigglänzend, graugelb, schwarz gefleckt. Braust ganz schwach mit HCl. Schliff: Um die Quarzkörner stellenweise ausgezeichnet traubige, opalartig struierte Ränder, die schwach polarisieren und meist milchig trübe sind. Sonst Chalcedon milchig trübe, aber oft auch Partien gröberkörnigen Chalcedons. Nur an wenig Stellen etwas Calcit. Es ist ein gekieselter Chalcedonsandstein.
Denibtal, ca. 13 km unterhalb des Engpasses.

292) Sandiger dolomitischer Kalkstein. (404.)
Graubraun, mit sandreichen und sandarmen Partien; daher brecciöses Aussehen. Braust

schwach in verd. HCl; stark wenn gekocht; gibt stark flockige, trübe Lösung mit Sediment aus grobem Sand, Ton und etwas Chalcedon. Mikrochemisch: Ca und Mg. **Schliff:** Stellenweise kleinst rundkörnige Struktur, z. T. auch grobkörnige Calcitränder um die Quarze. Sandkörner ungleichmäßig verteilt.

Denibtal über dem Konglomerat des Engpasses. Pfannensandstein.

293) **Halbverkieselter Kalksandstein.** (404.)

Hellgraubraun, z. T. glasigglänzend, mit sichtbaren Chalcedondrusen und -schnüren, und z. T. oolithoide Struktur. Verwittert unter Ausbildung hoher Leisten. Braust stark in verd. HCl; gekocht gibt es eine schwachtrübe Lösung; das Stück bleibt. Der Rest besteht aus Sand und grobem und feinkörnigem Chalcedon. **Schliff:** Die „oolithoide" Partie ist arm an Sand; sie zeigt am schönsten, wie Reste von Kalkstein in reinstem Chalcedon stecken: der Kalkstein ist vom Chalcedon „aufgefressen". Von den Kalksteinresten gehen grobstrahlige Calcitbündel mit Spitzen in den Chalcedon hinein, der „auffressende" Chalcedon ist ganz rein, feinst- bis grobkörnig. Die sandreiche Partie ist z. T. noch stärker verkieselt, so daß Calcit nur noch in Körnchen eingestreut erhalten ist.

Denibtal, Engpaß. Pfannensandstein, der die Grundmasse des Denibkonglomerates bildet.

294) **Konglomerat mit Kalkzement.** (405.)

Großes Stück blaugrauen kristallinischen Dolomits mit viel Glimmer. Fleischrote erbsengroße Quarzstücke, gelblichbraun glänzende zersetzte schieferige Gesteinsbrocken stecken in einem roten bis grünlichen Kalksandstein (Pfannensandstein).

Denibkonglomerat. Bildet die Wände an dem Engpasse.

295) **Gelber Sandstein.** (404.)

Feinkörnig, ganz zersetzt. Liegt am Engpaß auf der Südseite über dem Denibkonglomerat. Denibtal.

296) **Brecciöser schwach verkieselter Dolomitsandstein.** (404.)

In weißem Kalksandstein liegen eckige Stücke von rotem, härterem Kalksandstein. Braust schwach in verd. HCl, stark beim Kochen; gibt schwachtrübe Lösung. In dem Rest sicher Chalcedon. Mikrochemisch: Ca + Mg (fast Dolomit).

Denibtal. Harte Klippen im Flußbett. Ca. 3 km unterhalb des Engpasses.

297) **Brecciöser Chalcedonsandstein.** (404.)

In braunem, zersetztem, leicht glasigem Sandstein liegen eckige Brocken eines schwärzlichen bis tiefbraunen Chalcedons. Äußerlich ist die angewitterte Oberfläche stark zerfressen. **Schliff:** Stark eisenschüssiger Chalcedonsandstein mit größeren Flintscherben. Die Sandsteinmasse ist reich an größeren gröberen Chalcedonpartien. Die Flintscherben bestehen aus feinkörnigem Chalcedon von anderer Struktur als der Chalcedon des Zements. Er ist meist sehr feinkörnig, mit wenig gröberkörnigen Stellen. Kleine Flintscherben sind entschieden verkieselter Ngamikalk; an andern ist der Ursprung nicht zu erkennen.

Denibtal bei [1]Gam. Loses Rollstück im Denibtal im Gebiet der Konglomerate.

298) **Kalksandstein.** (407.)

Roter Sandstein mit überschüssigem, rotem Kalkzement. Braust sehr stark in verd. HCl. Fast klare Lösung, wenig Sediment, Stücke bleiben. Mikrochemisch: Ca. **Schliff:** Große runde und kleine eckige Quarze. Dieselben werden von Calcit umrandet. Die Interstitien sind von gröberem Calcit erfüllt. Vorherrschend schon mikroskopisch kristallin-körniger Kalk, aber auch Übergang aus dichtem noch sichtbar.

[2]Garu, am Brunnenloch. Pfannensandstein.

299) **Brecciöser dolomitischer Kalksandstein.** (407.)

Roter Sandstein mit Kalkzement und roten sandarmen Stücken, die z. T. von roten Kalkrinden umgeben sind. Braust ziemlich stark in verd. HCl, gibt gekocht starkflockige schwachtrübe Lösung. Brocken bleiben, die zerdrückbar sind und zackig-faserigen Chalcedon enthalten. **Schliff:** Kalk > Interstitialvolumen. Quarz meist von Calcitkranz umgeben. Fast schon mikrokristallin-körniger Kalk. Quarze klein und groß; runde Eisenglanzkörner.

[2]Garu, Nordseite der Pfanne, von der großen Felsfläche. Pfannensandstein.

300) **Dichter bis sandiger Dolomit.** (407.)

Dicht, rotbraun, mit hellerer sandiger Partie. Braust sehr schwach mit verd. HCl; gibt gekocht eine trübe Lösung mit Sediment aus auffälligem „Ton"; anscheinend Chalcedonstaub und -splitter. Mikrochemisch: Ca + Mg. **Schliff:** Mikroskopisch rein körnig mit Neigung zu R-Bildung. Eisenhydroxyd wenig, zwischen den Dolomitkörnern. Von Chalcedon nichts zu sehen.

[2]Garu, Felsfläche nördlich der Pfanne. Aus einem großen roten Dolomitstück der „Breccie".

301) **Brecciöser Dolomitsandstein.** (407.)

In graurotem Dolomitsandstein liegen eckige Brocken des braunroten Dolomits, Nr. 300. Braust schwach in HCl, gibt gekocht schwachflockige, trübe Lösung mit viel Sediment.

Rest: Ton und Sand. Mikrochemisch Ca + Mg. Schliff: Im Sandstein Herausbildung von kristallinkörnigem Calcit aus dichtem. Die Dolomitbruchstücke bestehen aus scharfen Dolomitrhomboedern, die in der Mitte Einschlüsse von Eisenhydroxyd, Ton und Poren enthalten und durch kleiner körnigen (tonigen?) Dolomit verkittet sind.
²Garu, Nordseite der Pfanne, wie Nr. 300.

302) Dolomitischer Kalksandstein. (407.)
Rot und graurot gefleckt, scheinbar brecciös, mit bis haselnußgroßen, eckigen Stücken von Quarz und Chalcedon. Braust ziemlich schwach, gibt gekocht eine trübe, flockige Lösung mit Rest aus Ton und Sand. Mikrochemisch: Ca und etwas Mg. Schliff: Große und kleine Quarze; der Kalkspat wird kristallinisch. Schwach eisenreichere Kringel, innerhalb deren das Kristallinischwerden des Kalkspats anders vorgeschritten ist als außerhalb. Eisenglanzkörner.
²Garu.

III. Kalaharikalke.

303) Kalaharikalk. = Harter Sinterkalk. (401.)
Harter Kalksandstein, hellgelblich braun, von sandfreien Kalklamellen durchzogen. Schliff: Überall Herausbildung eines klein kristallinischen Korns. Quarze meist groß und stark gerundet.
Umrandung der Pfanne von ²Naissohn.

304) Kalaharikalk, schwach verkieselt. = Harter Sinterkalk. (401.)
Harter Kalksandstein mit typischen Sinterringen. Braust stark in verd. HCl; gibt gekocht eine starkflockige, schwachtrübe Lösung; es bleiben Brocken, die zerdrückbar sind, tonreich nebst zackig-faserigen Aggregaten von Chalcedon. Mikrochemisch: Ca, wenig Mg (nicht bloß von etwaigem Salz). Schliff: Quarze kleiner als in Nr. 303 und kantig. Überall Spuren der Herausbildung kleinkristallinischen Korns. Stellenweise verkieselt, mit Calcitresten. Es wandelt sich der Kalk in ganz feinkörnigen Chalcedon um. Das Präparat ist an dieser Stelle stärker durchscheinend. Unzweifelhaft sekundäre Verkieselung.
²Kauganna, Umrandung der Pfanne.

305) Kalaharirindenkalk. (401.)
Gelber Kalkstein mit feinen helleren Lamellen. Braust stark mit HCl.
Nordufer des ²Kudum, östlich ¹Gam.

306) Kalaharikalk. = Harter Sinterkalk. (405.)
Harter Kalksandstein mit Sinterringen. Schalenrest eines Gastropoden, einige bis linsengroße, eckige Quarz- und Chalcedonstücke. Schliff: Ca > Interstitialvolumen. Überall Herausbildung eines kristallinkörnigen Korns, das ziemlich grob sein kann.
Weg von ¹Gam nach ²Garu, 12—13 km nördlich von ¹Gam.

VI. Gesteine der 'Kai'kaiberge.

I. Mittlere Ngamischichten.

a. Chalcedonarme Dolomite und Kalksteine.

307) Dichter rötlicher Kalkstein. (409.)
Blaßrosa mit gelblichen Bändern. Braust lebhaft mit verd. HCl, trübe Lösung, viel Sediment und einige kleine Stücke aus Quarzsand und Chalcedon in feinsten Aggregaten. Mikrochemisch nur Ca. Schliff: Ziemlich grobkörnig, stellenweise polysynthetische Zwillingsstreifung des Calcits. Viel große R ohne Zwillingsstreifung. Vereinzelt Chalcedonaggregathäufchen. Wenig Eisenglanz.
¹Kai¹kaiberge. Berg C.

308) Dichter roter chalcedonhaltiger Dolomit. (409.)
Dunkelrosa mit weißen Flecken. Braust schwer in verd. HCl, löst sich beim Kochen mit ziemlich viel Sediment von Glimmerblättchen und Chalcedonaggregaten, als auch vielen Chalcedonpseudomorphosen. Dieselben sind nicht groß und zeigen keine besondere typische „Überkreuzpolarisation". Alle Chalcedon-Quarzkörnchen enthalten Eisenhydroxydkörnchen. Mikrochemisch: Ca, Mg.
¹Kai¹kai. Wall D.

309) Dichter roter chalcedonhaltiger Dolomit. (409.)
Makroskopisch gleich Nr. 308. Schwer löslich in verd. HCl, gibt beim Kochen eine trübe Lösung mit viel Sediment aus viel Kornaggregaten vom Chalcedon. Alle Chalcedonbis Chalcedon-Quarzkörnchen enthalten Eisenhydroxyd. Auch sehr kleinkörnige Chalcedonaggregate, von denen manche rechtwinkelig begrenzt, aber nicht typische R-Pseudomorphosen sind. Auch viel Glimmerfasern und -blättchen. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Chalcedon-Quarz ziemlich ungleichmäßig im feinkörnigen Dolomit verteilt und selbst stets mit größeren Dolomitkörnchen verwachsen; enthalten auch wenig Dolomitstaub. Einzelne kleine Quarz-Chalcedonkörner liegen vielfach im feinkörnigen Dolomit. Glimmer nicht selten. Im entkalkten Schliff bleibt ein lockeres Netzwerk von Zügen mit Eisen- und Chalcedon-Quarzkörnern.
ǀKaiǀkaiberge. Wall D.

310) Dichter roter chalcedonarmer Dolomit. (410.)
Rosa, meist dicht mit grobkörnigen Partien. Braust anhaltend in verd. HCl; gibt gekocht eine klare Lösung. Sehr wenig rotbraunes Sediment aus Turmalinsäulehen und wenig Glimmer. Alle Chalcedonpartikel enthalten Eisenhydroxydkörnchen. Wenig gut geformte R-Pseudomorphosen mit Überkreuzauslöschung. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Kleinkörniges Karbonatgestein mit grobkörnigen Partien. Obiges Sediment ist mikroskopisch nicht nachweisbar, außer Eisenhydroxyd. Schliff entkalkt: Keine Pseudomorphosen zu sehen. In einer großen grobkörnigen Partie des Schliffs sind große neugebildete reine Quarzkörner.
ǀKaiǀkai, Pionierberg.

311) Dichter heller chalcedonarmer Dolomit. (410.)
Weiß und blaßrosa gefleckt, dicht. Löst sich langsam in verd. HCl; schwachtrübe Lösung. Das Sediment besteht fast ganz aus Chalcedonpseudomorphosen. Dieselben sind Rhomben, falls vier scharfe Kanten vorhanden sind, namentlich bei kleinen Individuen. Es findet Überkreuzauslöschung mit verschiedensten Grenzen statt. Dicke Individuen haben ziemlich lebhafte Polarisation. Alle enthalten etwas Eisenhydroxyd und meist auch Dolomitpartikelchen. Auch Chalcedonaggregate, d. h. Haufwerke von R-Pseudomorphosen, treten auf. Wenig Glimmer. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Gleichmäßig körnig mit wenigen Stellen mit größeren Dolomitindividuen. Chalcedon selten zu sehen. Es sind nur die größeren Körnchen an schwacher Doppelbrechung und den Einschlüssen zu erkennen. Pseudomorphosen sind nicht sichtbar. Im entkalkten Schliff ist fast alles weggerissen.
ǀKaiǀkai, Pionierberg.

312) Chalcedonhaltiger roter Dolomit. (410.)
Rot mit Poren und Drusenräumen. Schliff: Im dichten trüben Kalkstein bilden sich isolierte rundliche Partien heraus von grobkörnigem, polysynthetisch verzwillingtem Calcit oder von nicht verzwillingtem Dolomit. An einzelnen Stellen aber sieht man rundliche Quarzkornaggregate anstatt der grobkörnigen Karbonatpartien. Am Rande des Präparats ist dasselbe ganz chalcedonisiert. Die Kugeln sind aber hohl. Hier liegt im Chalcedon feinster Dolomitstaub.
ǀKaiǀkai, Gruppe E.

b. Chalcedonreiche Dolomite und Kalksteine.

313) Chalcedonreicher Dolomit. (411.)
Rot, dicht, mit hellen Streifen und rundlichen „oolithoiden" Flecken. Löst sich schwer in verd. HCl. Beim Kochen viel CO^2; schwach trübe Lösung; das Stück bleibt und knirscht beim Zerdrücken. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Chalcedon z. T. mit stark undulöser Auslöschung, oft mit Felderteilung. Auch homogen auslöschende Körner. Grenzen schwach zu sehen. Im Chalcedon viele sehr feine Poren. In einer scharf begrenzten Partie des Schliffs außen grobkörniger Dolomit, innen feinkörniger Dolomit. In einer andern scharf begrenzten Partie innen Calcit oder Dolomit, außen Chalcedon. Es sind dieses die „oolithoiden" Flecken, die sicher keine Oolithe, sondern Übergangsstellen von Calcit zu Dolomit oder Chalcedon vorstellen.
ǀKaiǀkaiberge. Gangartige Masse im Dolomit des Kahlkopfs.

314) Dichter roter Dolomit mit Chalcedonlagen. (410.)
Rot, dicht, hell und dunkel gefleckt, mit fingerdicker Chalcedonlage. Außen sehr zerfressen und löcherig. Braust schwach mit verd. HCl, beim Kochen entwickelt sich CO^2 aus Poren. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Meist feinkörniger, stellenweise gröberkörniger Chalcedon-Quarz, der sehr wechselnd reich ist an winzigen Dolomitrhomboedern oder großen Dolomitkörnern. Dolomitrhomboeder z. T. in unendlicher Menge, sehr scharf da, wo sie nicht zu dicht liegen.
ǀKaiǀkaiberge. Berg B.

315) Dichter gebänderter Dolomit mit Chalcedonknauer. (410.)
Fleischrot mit feiner Lagenstruktur. Walnußgroße Knauer und Chalcedonlage, 3 mm dick. Braust sehr schwach in verdünnter HCl. Löst sich beim Kochen. Wenig rotbraunes Sediment. Es wurde ein chalcedonarmes Stück untersucht. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: 3 verschiedene Lagen. 1) Dolomit mit wenig quarzartigen, homogen auslöschenden Chalcedonkörnern, die stets winzige Dolomitkörnchen, namentlich in der Mitte, einschließen. 2) Dolomit mit viel Chalcedon-Quarzkörnern. 3) Gemischt fein- und grobkörniger, quarzartiger Chalcedon mit z. T. großen R und unregelmäßigen Körnern von Dolomit. Dazu Poren von ziemlich zerfetzter Form, z. T. mit Eisenhydroxyd erfüllt, das auch im Dolomit nachweisbar ist.
ǀKaiǀkaiberge, Pionierberg.

316) Chalcedon-Dolomit in wechselnden Lagen. (411.)
Blaß rötlichweiße und bläuliche Lagen; erstere wittern als Leisten heraus. Konzentrisch-schalige Anordnung der Lagen. Schwerlöslich in verd. HCl. Sediment: Chalcedonaggregate mit Dolomitkörnchen und wenig Eisenhydroxyd. Ziemlich viel Glimmer; Turmalin. Schliff: Kleinkörniger Chalcedon, stellenweise ganz klar, quarzartig, grobkörnig, erfüllt von Dolomitrhomboedern mit ziemlich scharfer R-Form, auch da, wo der Dolomit reichlicher ist. Selbst die Dolomitlagen zeigen klaren körnigen Dolomit. Die Grenzen der Lagen sind nicht ganz eben.
ǀKaiǀkai, Kahlkopf. Kopfgroße schalige Massen im Dolomit.

317) Chalcedon-Dolomit in wechselnden Lagen. (411.)
Rötlichweiß, dicht mit lichtbläulich-grauen Lagen. Wesentlich gleich Nr. 316. Schliff: Etwas unregelmäßige Lagen mit und ohne Dolomit-Rhomboederstaub und Eisenerzstaub. In den dolomitarmen Lagen Glimmer in Menge, aber winzig; nur bei stärkerer Vergrößerung zu erkennen. In chalcedonreichen Lagen auch grobkörniger Chalcedon mit schwach undulöser Auslöschung; im zerstreuten Licht sind die Grenzen der Körner nicht zu sehen. Dolomit-R scharf, wenn spärlich.
ǀKaiǀkai. Kahlkopf, Vorkommen gleich Nr. 316.

c. Völlig chalcedonisierte Dolomite und Kalksteine.

318) Chalcedonisierter Kalkstein. (409.)
Gelb, dicht, äußerlich gleich Mergelkalk. Schliff: Eisenschüssiger kleinkörniger Chalcedon, der meist ziemlich quarzähnlich ist. Stellenweise R-Pseudomorphosen von kleinkörnigem Chalcedon nach Dolomit. Das ganze Gestein besteht aus klaren eckigen Chalcedonaggregaten (Pseudomorphosen?) und feinkörniger Fülle. In einzelnen klaren größeren Partien zeigt der dann grobkörnige Chalcedon roh radial-stengelige Struktur und dann noch undulöse Auslöschung. In solchem Chalcedon liegen Körnchen von Karbonat, das sonst im Gestein nur spärlich nachweisbar ist.
ǀKaiǀkaiberge. Berg C.

319) Chalcedonisierter Kalkstein. (409.)
Äußerlich gleich Nr. 318, aber mit großem Hohlraum, der mit traubigem, bläulichem Chalcedon ausgekleidet ist. Schliff: Der weitaus größte Teil des Gesteins ist unreiner Chalcedon. In größern Chalcedonpartien Festungsquarz mit feinsten Anwachslinien. Sonst Chalcedon fein- bis grobkörnig (dann fast Quarz), oft von feinstem Staub erfüllt. Stellenweise stark doppeltbrechende Nädelchen und schwach doppeltbrechende Blättchen von Glimmer. Auch kleine R von Dolomit; an andern Stellen große R von Dolomit mit innerem Rand von Eisenhydroxyd. An ihrer Stelle zuweilen Pseudomorphosen von Chalcedon-Quarz nach Dolomit mit Eisenhydroxydrinde.
ǀKaiǀkaiberge. Berg y.

320) Chalcedon mit Lagenstruktur. (409.)
Weiße und rote Lagen wechseln miteinander ab. Schliff: Schmale Chalcedonlagen mit und ohne Dolomitrhomboeder und -körner. Überall winzige Glimmerschüppchen. Manche Chalcedonlagen sind stark porös; in andern viel R-Poren, die mit Eisenhydroxyd teilweise erfüllt sind. Chalcedon meist feinkörnig, stellenweise grobkörnig, quarzartig. Nur der ganz grobkörnige zeigt homogene Auslöschung.
ǀKaiǀkaiberge. Berg y.

321) Chalcedon. (409.)
Hellgrau bis bläulichgrau, ohne Lagen, aber hell feingestreift. Schliff: Fast reiner homogener oder feinkörniger Chalcedon, erfüllt von wenig feinstem Staub, und öfters Nädelchen von Glimmer enthaltend. Dazu wenige größere Eisenerzkörner. Selten R-Poren. Der „Staub" besteht aus: Poren, winzigen Dolomitkörnchen, Eisenerz, Glimmer. Alle Chalcedon-Quarzkörnchen sind miteinander verflößt mit verschwommenen Grenzen.
ǀKaiǀkaiberge. Berg y.

322) Grobporöser Chalcedon-Quarz. (410.)
Zelliger weißer Chalcedon bis Quarz. In den Zellen rotes erdiges Eisenhydroxyd. Schliff: Chalcedon bald klein-, bald großkörnig mit zerfetzten Poren und in Haufen auftretenden Dolomitkörnchen. Der feinkörnige Chalcedon zeigt undulöse Auslöschung, wird aber grobkörniger Quarz nach den Poren zu. Die Grenzen der großen Quarzkörner sind in zerstreutem Licht nur schwach zu sehen. Stellenweise viel Glimmerblättchen.
Das Gestein tritt gangförmig auf, ist aber doch wohl verkieselter Kalkstein.
'Kai'kaiberge. Berg B.

323) Eisenschüssiger chalcedonisierter Dolomit. (410.)
Dicht, rot, wenig fein gefleckt. Schliff: Chalcedon durcheinander grobkörnig und rein, oder feinkörnig mit Dolomitstaub und Eisenhydroxyd; daher im Schliff schwach fleckig. Struktur überall ziemlich gleich; im großen homogen. Dieses Gestein würde ohne Zusammenhang mit den bisherigen Gesteinen nicht zu bestimmen sein.
'Kai'kai. Gruppe E.

324) Quarzsandhaltiger chalcedonisierter Dolomit. (410.)
Hellgelblich bis weiß, dicht. Schliff: Sandkörner von ausheilendem Quarz ohne Kristallkonturen umgeben. Der ausheilende Quarz enthält: 1) Poren, z. T. zahlreich, 2) Dolomitstaub, 3) Glimmerblättchen in wechselnden Mengen. Die ausheilenden Quarzmassen gehen in die Grundmasse über. Dieselbe besteht aus feinkörnigem Chalcedon mit undulöser Auslöschung und mit weniger Dolomitstaub. Ein zweites dünneres Präparat enthält weniger Quarzsand. Das Urgestein ist ein schwach sandiger und toniger Kalkstein.
'Kai'kai. Gruppe E.

325) Chalcedonisierter Dolomit. (410.)
Rot, dicht, z. T. porös. Schliff: Die feinkörnige Chalcedon-Quarzmasse enthält viel feinsten Dolomitstaub, Eisenerzpartikelchen und Glimmerblätter. Darin liegen Partien, rundlich und zerfetzt, von grobkörnigem, polysynthetisch verzwillingtem Calcit oder von Dolomit mit oder ohne Quarz. Öfters liegt Dolomit in der Mitte des Chalcedon-Quarzaggregats. Ist der Chalcedon-Quarz grobkörnig, dann löscht er noch z. T. undulös aus.
'Kai'kai. Gruppe E.

326) Chalcedonisierter Dolomit. (410.)
Rot, dicht und lokal porös. Drusen mit kleinen Quarzsäulchen. Schliff: An Dolomit reiche und daran arme Chalcedon-Quarzmasse. Die reine chalcedonisierte Partie mit viel großen Poren; darin ein großes Sandkorn mit ausheilender Zone voll Dolomitkriställchen. Alles schwach eisenschüssig. Im dolomitreichen Teil zwei Sandkörner mit ausheilendem Quarz, erfüllt von Dolomitrhomboedern. Keine Breccie.
'Kai'kai. Gruppe E.

d. Brecciöse Gesteine.

327) Brecciöses Chalcedongestein. (409.)
Rotbraun mit weißen Chalcedonadern, die eine brecciöse Struktur erzeugen. Eine größere Druse mit Quarzsäulchen. Schliff: Der Chalcedon ist fast gleich Quarz. Viele kleine Flecke von Eisenhydroxyd. Stellenweise wenige große Dolomitrhomboeder.
'Kai'kai. Berg C.

328) Chalcedonisierter brecciöser Kalkstein (Dolomit). (410.)
Rosa, dicht, durch Chalcedonadern brecciös. Makroskopisch nicht brecciös. Schliff: Ursprünglich brecciöses Gestein, von Chalcedonadern durchzogen. Chalcedon mit viel Poren und winzigen Dolomitkörnchen. Struktur „oolithoid", d. h. im Zentrum klarer reiner Chalcedon, oft etwas grobkörniger. Die äußere Zone ist stark poröser, dolomithaltiger Chalcedon, z. T. von feinstem Korn, ohne scharfe Grenze nach außen. Die Interstitialmasse ist im allgemeinen weniger porös. Die Bruchstücke im Gestein haben keine „oolithoide" Struktur. Eisenerz und Glimmer.
'Kai'kai. Gruppe d.

329) Chalcedonisierter brecciöser Kalkstein (Dolomit). (410.)
Rot; teils dicht, teils porös; weiße dichte Partien, daher brecciös aussehend. Schliff: Überall viel Glimmerstaub, sowohl in den klaren „Flint"bruchstücken, wie in der braunen Grundmasse. Die Bruchstücke sind an Glimmer und Poren verschieden reicher, feinkörniger Chalcedon. Die Grundmasse ist eisenhydroxydhaltig, mit wechselnder Struktur; bald feinkörnig unrein, bald gröberkörnig und dann rein. Dolomitkörnchen spärlich. Im feinkörnigen Chalcedon viel Glimmerfasern.
'Kai'kai. Gruppe d.

330) Brecciöser chalcedonisierter Dolomit. (412.)
Rotbraun, dicht, mit weißen unregelmäßigen Partien, anscheinend Bruchstücke eines Gesteins. Schliff: Chalcedon mit ziemlich viel Glimmer und Dolomitpartikeln, stellenweise

wenig gute Pseudomorphosen von Chalcedon nach Dolomit. Nahe der Mitte des linken Randes des Präparates eine sehr große Pseudomorphose. Viel Eisenhydroxyd. Die beiden Bruchstücke im Präparat sind beide ganz hell und arm an Eisenhydroxyd. Das größere ist typisch chalcedonisierter Dolomit mit viel Glimmer und Pseudomorphosen von Chalcedon nach Dolomitrhomboedern. Das kleine Stück zeigt groben, undulös auslöschenden und in Felder geteilten Quarz, auch ein großes Dolomitrhomboeder.

¹Kai¹kaiberge nordwestlich Kreuzberg. Klippenzug in der Ebene.

331) Breccilöser chalcedonisierter Dolomit. (412.)
Rot und dicht mit Bruchstücken von grauem und gelbem Chalcedon. Wirkliche Breccie. Schliff: Die Bruchstücke enthalten alle viel Glimmer und sind arm an Eisenhydroxyd. Ihre Grenzen verschwimmen im polarisierten Licht bei gekreuzten Nicols gegen die an Eisenhydroxyd reiche Grundmasse, die weniger Glimmer enthält.

Dasselbe Gestein wie Nr. 330. Klippenreihe in der Ebene nordwestlich des Kreuzbergs. ¹Kai¹kaiberge.

II. Botletleschichten.

332) Chalcedonsandstein. (412.)
Graubraun, glasigglänzend. Schliff: Zement > Interstitialvolumen. Feinkörniger, oft poröser Chalcedon, der gegen das Zentrum der Interstitien gröber wird. Quarzsand verschieden groß, rund bis splitterig. Wenig Eisenhydroxyd. Braust gar nicht mit HCl. Der Quarzsand ist nicht ausgeheilt. Das Zement ähnelt dem ¹Kai¹kai-Chalcedon. Ein pleochroitisches Apatitkorn.

Es könnte aufgelöstes Gestein der Mittleren Ngamischichten und zur gleichen Zeit oder später wie die ¹Kai¹kai-Gesteine chalcedonisiert worden sein. Eine kleine Stelle hat eine Chalcedonlage.

¹Kai¹kaiberge. Ebene nordwestlich des Kreuzbergs.

III. Kalaharikalk.

333) Junge sandige Kalksteinbreccie. (409.)
In blaßrötlichem, sandigem Kalkstein liegen eckige Brocken von altem, rotem Kalkstein. Kalkrinden umziehen die Bruchstücke. Es ist alter von jungem Sinterkalk verkitteter Ngamikalkschutt.

Überzug auf einem Rücken nordwestlich Berg y. ¹Kai¹kai.

VII. Gesteine zwischen ²Garu und Andara.

I. Granit.

334) Glimmerarmer Granit. (414.)
Fleischrote Feldspäte, bläulicher Quarz, schwarzer Biotit in kleinen Flecken. Mittelkörnig. Schliff: Quarz; viel Mikroklin; Plagioklas; viel Magnetitkristalle; wenig Biotit; Apatit und Zirkon.

Loser Block auf Decksand zwischen Wolfspfanne und ²Gautscha.

II. Chanseschichten.

335) Glimmerreicher Quarzschiefer. (458.)
Graue glasige Quarzitlagen mit dünnen Muskovitlagen. Viel Eisenglanz als schwarze Schüppchen. Altarchaischer Habitus.

Tschorilo Berge. Setzt zum großen Teil die Gebirgsmasse zusammen.

336) Grauwacke. (419.)
Grünlichgrau, feinkörnig, reich an Muskovitschüppchen. Typische Chansegrauwacke. Schadumtal, östlich der Mündung des Dussidum.

337) Grauwacke. (419.)
Leichtglasig glänzend, graubraun, fein- bis mittelkörnig, mit Rostflecken und feinen Muskovitschüppchen. Schliff: Kristallinischer Habitus, weil die Quarze ausgeheilt sind und mit den Spitzen ineinander greifen. Quarz-Glimmer-Zement.
Zwischen Sodanna und Dussidum.

338) Grauwacke. (419.)
Feinkörnig, blaßrosa, grau, mit feinen Muskovitschüppchen. Weicher als Nr. 337.
Zwischen Sodanna und Dussidum.

III. Mittlere Ngamischichten.

339) Mergliger Knikstein. (421.)
Rosa, dicht und schieferig. Braust anhaltend in verdünnter HCl. Gibt gekocht eine gelbe Lösung. Die Stücke behalten ihre Form ohne Zerfall. Der Rest besteht aus Quarz, Glimmer und Ton. Mikrochemisch: Ca.
Schadum, westlich der Schilfquelle.

340) Chalcedonhaltiger rosa Dolomit. (421.)
Rosa, grobkörnig, stellenweise dicht. Braust schwach in HCl. Beim Kochen bleibt viel Sediment, auch Stücke. Der Rest besteht aus Chalcedonaggregaten mit viel typischen Rhomboederpseudomorphosen mit Überkreuzauslöschung; auch große Quarzkörner, aber alle mit typischen Dolomitstaubkörnchen und Eisenhydroxyd. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Feinkörniger Dolomit durch gröbere Aggregate marmoriert, kleinfleckig. In den groben Dolomitkörnern steckt anscheinend Glimmerstaub. Große Chalcedon-Quarze, namentlich in Verbindung mit dem groben Dolomit. Pseudomorphosen nicht nachweisbar. In dem grobkörnigen Dolomit liegen auch kristallographisch begrenzte Quarze, wenigstens isotrope verzerrte Hexagone, und sonst einige gerade Begrenzungen. Sie enthalten z. T. Dolomitstaub, sind also sicher authigen. Keine Flüssigkeitseinschlüsse.
Schadum, westlich der Schilfquelle.

341) Dichter dolomitischer Knikstein. (419.)
Weißlichgrau mit feinen rosa Flecken und Lagen. Braust anhaltend in verd. HCl unter Abscheidung von Dolomitkörnern. Gekocht löst es sich mit wenig, sehr feinem Sediment aus einigen Chalcedonaggregaten, die z. T. reich an Poren sind. Viel sehr feiner Glimmer, auch Turmalinsäulchen.
Schadum, westlich der Dussidummündung.

342) Dichter chalcedonhaltiger Dolomit. (419.)
Graubraun, dicht mit hellen feinen Dolomitplatten von gröberem Korn. Schwer löslich in verd. HCl, löst sich beim Kochen mit wenig Sediment. Letzteres ist sehr fein; viel rundliche und hexagonale Körner von Eisenglanz; viel einzelne Körnchen und Kornhaufwerke von Chalcedon. Auch viel typische, dicke und kleine R-Pseudomorphosen mit Überkreuzauslöschung oder Querbandauslöschung. Turmalin. Schliff: Feinkörniger Dolomit mit Chalcedonkörnchen, die sich mehrfach deutlich als R-Pseudomorphosen zu erkennen geben. Eine Partie des Schliffs enthält viel grobkörnigen Chalcedon und größere Dolomitrhomboeder und viel gute Eisenglanzkristalle. Dieser auch sonst, aber spärlicher, in der feinkörnigen Hauptmasse. In dieser enthalten die Dolomitkörner auch feinsten Staub (Eisenerz? Poren?). Die Eigenschaften der R-Pseudomorphosen kann man im Schliff nicht erkennen. Äderchen von gröberem Dolomit und polysynthetisch verzwillingtem Calcit und von Chalcedon mit Dolomitstaub.
Schadum, oberhalb der Mündung des Dussidum.

343) Chalcedon-Dolomit. (419.)
Bläulichgrauer Dolomit und violettgraue, zolldicke Lagen von Chalcedon. Braust schwach in verd. HCl, löst sich beim Kochen bis auf ein Sediment aus Chalcedon und Glimmer. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: 1) Chalcedon ziemlich feinkörnig, stellenweise meist viele scharfe Dolomitrhomboederchen. Wenig Glimmer, wenig Eisenhydroxyd. 2) Dolomit mit ziemlich viel Chalcedonaggregaten, seltener durchmischt mit einfachen Chalcedon-Quarzkörnern. Beide Arten haben stets in der Mitte eine Menge kleiner Dolomitkörnchen, gleichviel ob die Chalcedon-Quarze klein oder groß, einfach oder aggregiert sind.
Schadum, westlich der Mündung des Dussidum.

IV. Deckschichten.

344) Sandige Eisenhydroxyd-Konkretion. (447.)
Zelliger Bau; hell- und dunkelrotbraun.
Lateritoberfläche der Chalcedonsandsteine (Botletleschichten).
Popafälle am Okavango.

345) **Heller, schwach dolomitischer Kalkstein.** (422.)
Hellgrauer harter Kalksandstein in einzelnen Stücken, die von örtlichen Kalkrinden verkittet werden. Braust stark mit HCl; gibt beim Kochen eine flockige, schwach trübe Lösung; das Stück bleibt und ist leicht zerdrückbar; Sandkörner mit daran sitzenden Chalcedonspitzen und -zacken. Mikrochemisch: Ca, etwas Mg.
Schadum. Umgebung der Schilfquelle.

346) **Dichter sandiger Dolomit.** (422.)
Grau, stellenweise sandig; lokal porös. Braust schwach in verd. HCl; gekocht stark; schwach flockige und trübe Lösung mit wenig Sediment aus Sandkörnern mit daran sitzenden Chalcedonspitzen und -zacken. Mikrochemisch: Ca und Mg (Dolomit). Schliff: Meist klein kristallines Gefüge. Fast überall haben die Dolomitkörner einen merkwürdigen Kern von runden Konturen bis scharfeckig. Die Konturen folgen vielfach den äußeren Konturen des Kerns. Auch finden sich 2—3 Kringel, Wachstumszonen. Einzelheiten selbst bei stärkster Vergrößerung nicht zu erkennen. Ob die Zonen durch Ton getrennt sind? An andern Stellen ist von diesen Wachstumserscheinungen nichts zu sehen; wiederum an andern nur vereinzelt.
Schadum. Umgebung der Schilfquelle. Pfannensandstein.

347) **Harter Sandkalk** (Kalaharikalk). (416.)
Graubrauner Kalksandstein mit Sinterringen. Einzelne bis hirsekorngroße Stücke von Quarz und Chalcedon. Enthält Schalen von Gastropoden. Typischer harter Sinterkalk.
Umrandung der Pfanne von ²Dobe (Kalkfontein) auf der Nordwestseite. (Blatt 18, Fig. 8b.)

348) **Harter Sinterkalk** (Kalaharikalk). (415, 416.)
Grauer Kalkstein mit Quarzsandkörnern.
Loser Block von Kopfgröße im Kalktuff des Brunnenlochs.
²Dobe ³gna (Kalkfontein).

349) **Harter Pfannenkalktuff.** (415, 416.)
Weißlicher harter Kalk mit vereinzelten Quarzsandkörnern. Oben eine 5 mm dicke, fast homogene, bräunliche sandarme Kalkrinde.
Oberste harte Schicht im Brunnenloch.
²Dobe ³gna (Kalkfontein).

350) **Weißer mürber Pfannenkalktuff.** (415, 416.)
Weißer, am Finger stark abfärbender Kalktuff mit wenig Sandkörnern und frischen Wurzelfasern.
Im Erhärten begriffene Übergangsschicht im Brunnenloch.
²Dobe ³gna (Kalkfontein).

351) **Weicher Pfannenkalktuff.** (416.)
Weißlicher zerreiblicher, scheinbar toniger Kalktuff; Wiesenkalk sehr ähnlich. War im Brunnenloch noch feucht und ganz weich.
Feuchte Schicht über dem Wasser des Brunnenlochs.
²Dobe ³gna (Kalkfontein).

352) **Harter Kalksandstein.** (418.)
Grau, gelblich, wenig Sandkörner, hart und vielleicht etwas verkieselt. 10 mm dicke lamellierte Kalkrinde.
Sodanna, Schadumtal. Ufergehänge. Kalaharikalk.

353—359) **Mürber Kalksandstein.** (418.)
Weißlich bis gelblich, teils stark sandig, teils mehr sandarmer Kalktuff mit gewundenen Röhren und reich an Gastropoden (Physa parietalis, Planorbis salinarum, Succinea sp.). Reich an Diatomeen.
Uferränder des Schadumtals. Kalaharikalk.

360) **Salzmergel.** (423.)
Hellgrauer, scheinbar toniger Mergel mit weißen Salzmandeln. Besteht wesentlich aus Kalkkarbonat, etwas Sand, sehr wenig „Ton". Viel Salze, und zwar NaCl, Na^2SO^4, $MgSO^4$ und $CaSO^4$. Viel mikroskopische Gypskristalle.
Schadum. Gnuquelle. Bildet lokal von Sand und Schlamm unbedeckte, hellgraue Flächen. Hat zur Bildung der heutigen Salzsümpfe Veranlassung gegeben.

360a) **Schlamm.** (S. 418.)
Dunkelgrauer kalkhaltiger, stark humoser sandiger Schlammboden.
Boden des Schadum bei Sodanna.

361) **Beckenschlamm.** (481.)
Dunkelgrauer bis schwärzlicher, an Pflanzenfasern reicher Schlamm.
Ngamisee, Nordseite, westlich von Toting.

362) Grauer humoser Sand. (480.)
Gemisch von Flußsand und Partikeln und Staub aus Backensschlamm des Ngami.
Ngami. Übergangszone von Schlamm und Sand.

363) Flußsand. (480.)
Heller Quarzsand mit Partikeln von Chalcedon und humosen Fetzen.
Ngamisee. Nordseite.

VIII. Gesteine des Makarrikarribeckens.

I. Ngamischichten.

364) Halbverkieselter Rotsandstein. (504.)
Rotbraun, feinkörnig. Schliff: Typische Chalcedon-R Pseudomorphosen und Quarzsandsplitter mit fetzenartigen Resten des primären Kalkzements. Durchaus Typus Rotsandstein der Mittleren Ngamischichten.
Westrand der Salzpfanne Makarrikarri, am Fuß des Abhangs, in der Ebene bereits.

365) Halbverkieselter sandiger brecciöser Dolomit. (504.)
Granviolett; mit fein- und mittelkörnigen Lagen. Braust schwach in konz. HCl; gekocht stark, mit anhaltender CO^2-Entwicklung; gelbe klare Lösung. Stücke bleiben, hart, nicht zerdrückbar. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Bald herrscht als Zement Kalk, bald Chalcedon vor mit allen Übergangsstufen. Kalkspat in Fetzen selten in schwach polarisierendem Chalcedon, meist in grobkörnigem, aber mit Staub aller Art (Ton, Poren) erfülltem, ziemlich kräftig polarisierendem Chalcedon-Quarz. Ein hufeisenartiges Korn von Quarz, homogen auslöschend, kann doch wohl klein klastisches Korn sein. Sandkörner, Körner von „Flint“ (= homogenem Salzpelit), auch Kalkstein-, d. h. Gesteinskörner.
Aufgearbeiteter alter Ngami-Kalksteingrus, sekundär verkittet und verkieselt.
Makarrikarripfanne. Westlicher Rand des Abhangs, bereits an dem Boden der Pfanne.

366) Schwach verkieselter dichter dolomitischer Kalkstein. (504.)
Äußerlich ein graugrünlicher, feinkörniger, mürber bis quarzitischer Sandstein. Braust stark und anhaltend in verd. HCl. Löst sich gekocht mit viel Sediment aus viel Chalcedon- und wenig Sandkörnern. NaCl-haltig. Mikrochemisch: Ca und ziemlich viel Mg. Schliff: Überall rundliche Partien von dichtem Kalk (Pseudo-Oolithen), zwischen denen sich klares größeres Korn herausgebildet hat. Überall enthält der Kalkstein kleine, z. T. von Calcit durchmischte Partien von feinstkörnigem Chalcedon, offenbar als Verdränger des Calcits, dazu vielfach einzelne Körner von Chalcedon-Quarz, die für authigen zu halten sind. Stellenweise enthält das Präparat Sandkörner und Körner von „Flint“ (d. h. Salzpelit).
Boden der Pfanne von Makarrikarri, als Schollen aus dem Salzpelit aufragend. Anscheinend alter Kalkstein der Ngamischichten, der sekundär z. T. verkieselt, z. T. brecciös geworden ist.

367) Kieselige Grauwacke. (504.)
Graugrünlich, teils glasig, teils mürb und fein porös. Rezente höckerige Rivularienkalkrinde. Schliff: Quarzsand ausgeheilt. Zement aus feinstkörnigem Quarz und Glimmer.
Altes Gestein der Ngamischichten.
Westseite der Makarrikarripfanne; Umrandung.

368) Dolomitischer Grauwackensandstein. (504.)
Dunkelgrünlichgrau, leicht glasig glänzend, feinkörnig. Braust schwach mit kleinen Blasen in verd. HCl. Gekocht viel CO^2, fast klare Lösung. Das Stück bleibt unverändert. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Alle Quarze deutlichst und stark ausgeheilt, oft mit vielen Spitzen und Hervorragungen; verkittet durch Kalkspat von grobem Korn, der an kleinen Stellen durch kriptokristalline Quarzaggregate, z. T. mit Chlorit, ersetzt wird, oder durch kleine Partien mit viel Chlorit. Durch Ausheilung sind alle Quarzkörner öfters dicht und fest verwachsen.
Ostseite der Makarrikarripfanne; Umrandung.
Sicher altes Gestein der Ngamischichten.

II. Deckschichten.

369) Dolomit. (505.)

Hellgrau mit grünlichen Partien; Sandkörner zerstreut. Braust anhaltend mit kleinen Blasen in verd. HCl. Löst sich beim Kochen mit geringer Trübung und wenig Sediment. Mikrochemisch: Ca und Mg (fast Dolomit). Schliff: Scheinbar brecciös, aber nur infolge häufigen Übergangs von mikroskopisch dichtem in mikroskopisch feinkörnigen Kalk, stellenweise unter Herausbildung zahlreicher scharfer Rhomboeder.

Oberster Rand der Makarrikarripfanne, Westseite.

Kalaharikalk oder Pfannensandstein.

370) Sandiger Kalkstein. (506.)

Graugrünlich, quarzitisch, feinkörnig. Braust etwas mit HCl. Schliff: Sandiger Kalkstein mit Beginn des Kristallinischwerdens des Kalkes von sehr jungem Habitus.

Ostrand der Pfanne Ntschokutsa, Bank c. Oberste Partien.

371) Eingekieselter Quarzsandstein. (506.)

Grau, glasig, feinkörnig. Auf Klüften traubiger Chalcedon. Schliff: Eingekieselter Quarzsandstein mit Chalcedon-Säumen und großartiger Ausheilung der Quarzkörner vor Ablagerung des Chalcedons. An einer Stelle des Präparats ist primäres Kalkzement vorhanden, daselbst fehlt sowohl Ausheilung als Chalcedonabsatz. Kein altes Gestein.

Ostrand der Ntschokutsa-Pfanne, Bank c. (506.)

372) Eingekieselter Sandstein. (505.)

Graugrün, feinkörnig, hart. Braust nicht mit HCl. Schliff: Eingekieselter Sandstein mit Chalcedonsäumen um die Quarze, die sehr wenig Ausheilung zeigen. Dazu relativ viel Körner dichtem Gestein — vielleicht Tonschiefer! — und auch Bruchstücke von Glimmer. Also Sand mit Material von altem Gestein.

Ostrand der Ntschokutsa-Pfanne, Bank c.

373) Kalksandstein. (505.)

Hellgrau, mittelkörnig, mürb. Braust ziemlich lebhaft mit HCl.

Ostrand der Ntschokutsa-Pfanne, Bank b.

374) Kalksandstein. (505.)

Hellbräunlich, feinkörnig, hart und wenig porös. Viele kleine spiegelnde Flächen. Eine 5 mm dicke Kalkrinde.

Ostrand der Ntschokutsa-Pfanne, Bank b.

375) Kalksandstein. (505.)

Hellgrünlichgrauer harter dichter Kalksandstein, von gelben Kalklagen durchzogen. Auf der Oberseite eine 3 mm dicke lamellierte Kalkrinde. Braust heftig mit HCl.

Ostrand der Ntschokutsa-Pfanne, Schicht b des Profils.

376) Halbverkieselter Kalksandstein. (502.)

Grünlichgrauer bis gelber Kalksandstein, durchzogen von Kalkrinden, 2—5 mm dick, die z. T. in Chalcedon umgewandelt sind. Die Rinden laufen so durcheinander, daß das Gestein brecciös wird. Braust stark mit verd. HCl. Beim Kochen bleibt das Stück unter Ablösung von wenig Sand; kleinflockige Lösung. Rest feinster Quarzsand, einige entschiedene Chalcedonskelette. Mikrochemisch: Ca. Schliff: Kalksandstein mit überreichem Zement von dichtem Kalk. Interstitielle Partien des Kalkzements sind von radialstrahligem Chalcedon mit scharfen Calcit-R erfüllt. Ferner sind größere Partien des Schliffs total verkieselter, sandfreier Kalk (d. h. die Rinden). Diese Chalcedonpartien sind sehr feinkörnig mit reichlichen Calcitrelikten als R, Körnchen und Streifen.

Umrandung und Boden der Pfannen im Makarrikarribecken bei Pompis Kraal. Botletleschichten.

377—378) Halbverkieselter dolomitischer Kalksandstein. (502.)

Graugrün bis schwarzgrün, gefleckt, glasigglänzend, mit 3—6 mm dicker Rinde von Kalk. Beim Kochen mit HCl schwache CO^2-Entwickelung. Mikrochemisch: Ca und Mg (dolomitisch). Schliff: Stark gefleckt. Zement > Interstitialvolumen. Zement: 1) Dichter Calcit, im Zentrum Chalcedon. 2) Chalcedon, auch mit Achaträndern, im Zentrum Calcit. 3) Sehr feinkörniges, schwankendes Gemisch von Calcitkörnchen und Chalcedon, wohl fein porös.

Umrandung der Pfannen im Makarrikarribecken, 4—5 km nordöstlich Pompis Kraal. Botletleschichten.

379) Halbverkieselter Dolomitsandstein. (502.)

Graugrünlich und grau gefleckt, glasigglänzend, mit einer dünnen Kalk-Chalcedonlage. Braust schwach in verd. HCl, stark beim Kochen; schwach flockige und trübe Lösung. Das Stück bleibt unter Abfall von Partikeln aus Chalcedonskeletten und Sandkörnern. Mikrochemisch: Ca und Mg. Schliff: Das Zement besteht aus: 1) reinem, körnigem Dolomit,

2) Chalcedon im Zentrum der Dolomitpartien, 3) der umgekehrte Fall. Lokal im zerstreuten, wie polarisierten Licht Festungsachat mit 12—14 Lagen und doch undulöser Chalcedonauslöschung.

Umrandung der Pfannen des Makarrikarribeckens, 4—5 km nordöstlich Pompis Kraal. Botletleschichten.

380) Schwachsandiger dichter Dolomit. (502.)

Hellgrünlichgraue sandarme Partien liegen in grünlichem Kalksandstein. Auf der Grenze lokal dunkelgrüne Ränder. Der Sandstein lokal glasigglänzend. Braust schwach, aber anhaltend mit kleinsten Blasen in verd. HCl; lebhaft, wenn gekocht. Wird vollständig gelöst. Trübe Lösung mit Sediment aus „Ton" und wenig kleinen Sandkörnern. Schliff: Gleichmäßig feinstkörnig. An einer kleinen Stelle des Präparats heben sich scharfe R. ab, meist mit Wachstumszonen herausgebildet; diese Stelle ist sandreich. Im Handstück zweifellos verkieselte Partien, die der Schliff nicht getroffen hat.

Umrandung der Pfannen des Makarrikarribeckens, 4—5 km nordöstlich Pompis Kraal. Botletleschichten.

381) Kalksandstein. (502.)

Graugelblich, hart und dicht, z. T. feinporös, mit kleinen Brocken grünen Chalcedons und Chalcedonsandsteins. Schalen von Gastropoden (Succinea oder Physa).

Bildet 5 bis 25 cm dicke Rinden auf dem Kalksandstein der Botletleschichten. 5 km nordöstlich Pompis Kraal. Kalaharikalk.

382) Salzpelit. (507.)

Weiß, salzreich, brecciös, weich. Weiße, platte und eckige Stücke liegen in graugrünlicher sandiger Grundmasse. Nähere Beschreibung siehe Kap. XXVIII.

Ntschokutsa, Ausfüllung der Pfanne.

383—384) Salzpelitkruste. (507.)

Unten unverkieselter Salzpelit, geht über in harte kieselige, grünlichgraue, brecciöse, salzhaltige, etwas glasigglänzende Kruste. In der graugrünen sandigen harten Grundmasse liegen einmal weiße Brocken von wenig erhärtetem Salzpelit und zweitens dunkelgrüne homogene Chalcedonstücke. Schliff: Quarzsand, Brocken von reinem „Zement", d. h. Chalcedon, und Oolithe sind durch ganz feinkörnigen Chalcedon mit Aggregatpolarisation verkettet. Derselbe ist erfüllt, nicht reichlich, mit Calcitstaub und Calcitkörnchen. Typische Oolithe und zerbrochene Stücke davon, z. T. mit fremdem Kern. Kleinste Reste von Oolithen sind noch durch die Struktur erkennbar, werden dann aber wenigstens am Rande körnig umgeändert. Zement > Interstitialvolumen.

Ntschokutsa.

385—386) Salzpelitkruste. (Kalkhaltiger Chalcedonsandstein.) (507.)

Graugrünlich und schwarzgrün gefleckt und gestreift. Äußerlich sehr ähnlich den verkieselten Kalksandsteinen von Pompi. In der Grundmasse liegen weiße, höchstens erbsengroße Brocken. Dieselben sind auf der angewitterten Oberfläche ausgelaugt. Daher ist das Gestein dort porös bis löcherig. Schliff: Wesentlich gleich Nr. 383. Zement sehr reichlich, mehr als in Nr. 383, aber mit weniger Calcitstaub. Große und kleine Oolithe ziemlich spärlich, nebst Resten davon. Das Zement ist stellenweise ganz klar, höchst feinkörnig, meist wohl von kleinsten Poren erfüllt.

Ntschokutsa.

387) Salzpelitkruste. (Kalkhaltiger Chalcedonsandstein.) (507.)

Makroskopisch ähnlich Nr. 383 und 384. Bräunliche und schwarze Brocken in grünlichgrauer sandiger Grundmasse. Leicht glasig und splittrig. Schliff: Überreichliches Chalcedonzement; porös. Oolithe z. T. mit Calcitspitzenkranz und sonstigen Spuren des Körnigwerdens. Bruchstücke von Oolithen und Reste davon, sowie von Chalcedon mit homogener, aber sehr schwacher Aggregatpolarisation, überall erfüllt von Calcitstaub.

Ntschokutsa.

388) Salzpelitkruste. (Oolith- und kalkhaltiger Chalcedonsandstein.) (507.)

Wesentlich = Nr. 387. Zement recht klar, mit wenig Calcitstaub, stellenweise mit etwas größeren Calcitrhomboedern.

Ntschokutsa.

389) Salzpelitkruste. (Kalkhaltiger Chalcedonsandstein.) (507.)

Grünlichgrauer sandhaltiger Chalcedon. Ein hellgraues Chalcedonbruchstück stark salzhaltig. Schliff: Calcit herrscht im ganzen vor Chalcedon vor. Letzterer ist mit Calcitstaub erfüllt. Viele Stellen sind ein Aggregat von kleinen rundlichen Calcitkörnchen, die sich plastisch voneinander abheben, wie in vielen Gesteinen der Botletlekalksandsteine! Keine Oolithe mehr vorhanden. Kurze Äderchen von Kalkspat. Chalcedon feinstkörnig, schwach polarisierend wie Nr. 383 und 385.

Ntschokutsa.

390) Salzpelitkruste. (507.)
In dichter grüner Chalcedongrundmasse liegen bis pflaumengroße Brocken grauen dichten Chalcedons und gelblichgrauen mürben weichen Kalks (Oolithe?). Letzterer wird auf der angewitterten Fläche ausgelaugt, die deshalb löcherig ist.
Ntschokutsa.

391) Sandfreier Chalcedon. (Verkieselter Salzpelit.) (507.)
Hellgraugrün, dicht, ohne Sandkörner oder brecciöse Struktur. Schliff: Reiner, ganz feinkörniger Chalcedon mit großen Poren und körnigem Calcit in einzelnen Partien ob metamorphosierte Oolithe? Die „Chalcedonmasse" polarisiert stark und z. T. grobfleckig, d. h. im zerstreuten Licht sind überall winzige Partikel des Chalcedons zu unterscheiden, sie liegen aber stellenweise mit vorherrschend einander optisch parallelen Stellung. Infolgedessen löschen die Chalcedonpartien einheitlich aus, haben aber trotzdem Aggregatpolarisation, resp. kleinere nicht auslöschende Stellen.
Ntschokutsa. Chalcedonstücke innerhalb der brecciösen Gesteinskrusten.

392) Sandfreier Chalcedon. (Verkieselter Salzpelit.) (507.)
Dunkelgrün, dicht, nicht brecciös. Schliff: Chalcedon mit homogener Aggregatpolarisation, nicht fleckig wie Nr. 391. Nur winzige Quarzsplitter, wenig Calcitkörner und einige kurze Äderchen von Calcit.
Größere Stücke in dem brecciösen Salzpelit.
Ntschokutsa.

393) Sandfreier Chalcedon. (Verkieselter Salzpelit.) (507.)
Außen dunkelgrün, innen grünlichweiß mit dunkelgrüner Zone konzentrisch zum Rand. Bildete eine 20 cm lange und 4,5 cm dicke rundliche Wurst im Salzpelit.
Ntschokutsa.

394) Sandfreier Chalcedon. (Verkieselter Salzpelit). (507.)
Makroskopisch gleich Nr. 391.
Ntschokutsa.

395) Sandfreier Chalcedon. (Verkieselter Salzpelit.) (507.)
Zwei Platten von hell- und dunkelgrün gebändertem Chalcedon werden an einer Stelle durch eine Zwischenschicht stark salzigen verkieselten brecciösen Chalcedonsandsteins getrennt. Auf der Unterseite nicht verkieselter weicher Salzpelit, salzhaltig.
Ntschokutsa.

396) Salztonkruste. (Oolith- und kalkhaltiger Chalcedonsandstein.) (507.)
Hellgraues Zement verkittet eckige Brocken von Chalcedon. Stellenweise ist das weiße welche aus Salzpelit bestehende Zement verkieselt und dann grünlichgrau, hart- und leichtglasig. Schliff: Zement-Quarzsand und Chalcedon mit viel Calcitstaub, kleine Chalcedonbrocken, auch mit Calcitstaub. Viel Oolithe, meist zur Hälfte von außen her kristallinisch geworden.
Diese Breccie entsteht, wie man deutlich erkennen kann, durch Zerspringen und Zerstückeln der chalcedonisierten Kruste und sekundäre Verkittung durch Sand und neuen Salzpelit.
Ntschokutsa.

Gesteine des Loale-Mohissaplateaus und des Mahurafeldes.

I. Mangwatoschichten.

397) Metamorphosierter Sandsteinschieferton. (520.)
Dunkelschwarz violett, dicht; schieferig, hart und kieselig. Schliff: Reichlich Eisenglanz, meist in kleinsten Körnchen. Kieselige Masse von feinster Aggregatpolarisation: kleinfleckig. Kleinste Partien reinen Aggregats von Quarz. Loses Stück im Loalemandelstein. Stammt aus der Tiefe.
Lotsanischiefer. Rameschaba.

398) Blauschwarzer Kieselschiefer. (520.)
Dicht, blauschwarz, nicht schieferig. Schliff: Gleich Nr. 397. Loses Stück metamorphosierten Lotsanischiefers.
Rameschaba.

399) Kontaktmetamorpher dichter Choritschiefer. (520.)
Schwarz, dicht, schieferig mit grünlichem Schimmer. Schliff: Sehr klare Mikrostruktur. Reichlich Chorit und Magnetitoktaeder. Durch Verwitterung entsteht Eisenhydroxyd.
Loses Stück der Lotsanischiefer im Mandelstein. Loale.

400) Kalksandstein. (520.)
Rotbraun mit spiegelnden Flächen, mittelkörnig. Braust stark mit verd. H Cl, klare Lösung mit braunem Sediment von grobem, rotem Sand mit Eisenhydroxydüberzug und feinstem Rest von Chalcedonskeletten. Mikrochemisch: Ca, sehr wenig Mg. Schliff: Alle Quarze sind ziemlich klein, stark gerundet und mit ganz dünner Eisenhydroxydhaut bedeckt. Das Zement Kalkspat = Interstitialvolumen. Der Kalkspat des Zements bildet große Individuen, deren Flächen spiegeln (wie im kristallisierten Sandstein von Fontainebleau). Im Schliff kein Chalcedon sichtbar.
Ssakkesandstein aus dem Ssaaetal.

401) Quarzsandstein. (520.)
Gelbbraun, porös, mürbe. Schliff: Alle Quarzsandkörner sind deutlichst ausgeheilt, oft mit Kristallflächen. In den Interstitien bleiben Poren oder es sind kleine Häufchen von Quarz und Glimmer vorhanden von sehr feinem Korn. Quarzsandkörner sind von ausheilendem Quarz gut durch Staub abgegrenzt.
Ssakkesandstein. Nördlich des Ssakkeflusses.

402) Mürber Sandstein. (520.)
Locker und porös, daher nicht zu präparieren. Grau, mittelkörnig. 3 m vom Mandelstein entfernt. Ssakkesandstein.
Rameschaba. Lokalität wie Nr. 401.

403) Kieseliger Sandstein. (520.)
Weiß und blaßrosa; porös. Schliff: Quarzkörner schwach ausgeheilt, verkittet durch spärlich vorhandenes ganz feinkörniges Quarz(?)zement.
Ssakkesandstein. $1\frac{1}{2}$ m vom Mandelstein.
Rameschaba, oberhalb des Wasserloches im Flußbett.

404) Kontaktmetamorpher Sandstein. (520.)
Dunkelgraubraun, glasig glänzend, dicht. Schliff: Quarze subangular bis stark gerundet, scharf abgesetzt gegen das überreichliche Zement mit feinkörniger Aggregatpolarisation, das doch stellenweise schmale, ausheilende Ränder um die Quarze bildet, d. h. ein Teil der Körnchen des Zements ist parallel zu den Quarzen orientiert. Das Zement ist immer grobkörniger gegen das Zentrum der Interstitialräume. Die Kontaktwirkung besteht wohl nur in etwas Eisenglanzneubildung.
Rameschaba, im Tal. Ssakkesandstein.

405) Kontaktmetamorpher kieseliger Sandstein. (520.)
Harter, kieseliger, schwärzlich blaugrauer Sandstein, glasig glänzend. Schliff: Angulare Quarzkörner ohne Ausheilung. Das reichlich vorhandene Zement ist sehr feinkörniger Quarz mit sehr viel Glimmer-(Sericit)Schüppchen und Körnchen von Eisenhydroxyd. Ferner Eisenglanz. Das Kontaktphänomen wird durch den überall vorhandenen Eisenglanz in kleinen, oft hakigen Körnchen bewiesen. Die Quarze enthalten vielfach große Flüssigkeitseinschlüsse, auch Einschlüsse von opaken Nadeln; alles wohl Granitquarz. Zement > Interstitialvolumen.
Nahe am Mandelstein. Ssakkesandstein. Talsohle bei Rameschaba, oberhalb der Wasserlöcher.

406) Kontaktmetamorpher kieseliger Sandstein. (520.)
Hart, splitterig brechend, dunkelblaugrau und graubraun gestreift, mit einem Rand von schwarzem Aphanit. Schliff: Im Präparat ist der Kontakt mit dem Aphanit zu beobachten. Deutliche kleine Gruppen von neugebildetem Chlorit. Sonst wesentlich gleich Nr. 405. Nur sind die Quarzkörner kleiner. Aphanit: Leistenförmige latakte Plagioklase. Kein Augit. Viel Eisenerz resp. opake Massen. Dazwischen feinstkörniges Aggregat von Quarz, genau so beschaffen wie das Zement im angrenzenden Sandstein.
Ssakkesandstein, dicht am Aphanit. Tal von Rameschaba, oberhalb der Wasserlöcher.

407) Diabasaphanit (Mandelstein). (520.)
Rotbraun, dicht gesprenkt mit bis erbsengroßen runden oder ganz unregelmäßig geformten größeren weißen Mandeln. Schliff: Ziemlich stark zersetzt. Leistenförmige, noch frische Plagioklase. Kleine Mandeln erfüllt mit Analcim und Calcit oder Calcit allein. Der Analcim hat Kristallkonturen gegen den Calcit. Glasreiche Basis mit Kristallskeletten und Feldspatbündeln ist reichlich vorhanden, aber schon zersetzt. Augit spärlich.
Loale, Plateaugehänge nördlich der Wasserlöcher.

408) Diabasaphanit (Mandelstein). (520.)
Makroskopisch gleich Nr. 407. Basis weniger glasreich als Nr. 407. Mehr gleichmäßig feinkörnig mit vielen kleinen Augiten. Die Mandeln bestehen wesentlich aus Analcim.
Loale, nördlich der Wasserlöcher.

409) Diabasaphanit. (520.)
Grünlichschwarz, dicht, spärliche Olivinkörner. Schliff: Gestein recht frisch. Reich an globulitisch entglaster Glasbasis. Spärliche serpentinisierte Olivine. Feldspäte z. T. hohl.
Loale, nördlich der Wasserlöcher.

410) Diabasaphanit. (520.)
Schwarz, dicht. Schliff: Recht frisches Gestein. Glasbasis reichlich globulitisch entglast. Olivin in wenigen kleinen Individuen, serpentinisiert. Einige Feldspäte sind hohl.
Loale, nördlich der Wasserlöcher.

411) Feinkörniger Diabas. (520.)
Dunkelrötlichbraun, fein- bis mittelkörnig. Grünliche Massen makroskopisch erkennbar. Schliff: Nicht mehr Aphanit, aber strukturell demselben nahestehend. Plagioklas, Augit, Basis(?). Einige wenige kleine Pseudomorphosen, wohl nach Olivin. Dazu kleine Partien mit serpentiniger Masse.
Loaleplateau. Nähere Lokalität nicht bekannt.

412) Diabas. (520.)
Mittelkörnig, dunkelrötlichbraun mit grünlichen Flecken. Schliff: Recht frisch, Plagioklase leistenförmig, aber nicht typische ophitische Struktur. Etwas Olivin in kleinen Individuen. Etwas zersetzte Basis.
Rameschaba, Loaleplateau.

413) Diabas. (520.)
Wesentlich gleich Nr. 412.

414) Diabas. (520.)
Graubraun, mittelkörnig. Schliff: Glasbasis spärlich und zersetzt. Einige Körner von Olivin oder Enstatit.
Hügel Ssané, Loaleplateau.

415) Zersetzter Diabas. (520.)
Graue bis bräunliche, tonig-erdige Massen, mit großen tombakbraunen Glimmer ähnlichen Blättchen, vielleicht zersetzter Enstatit.
Rameschaba, Flußbett. (Loaleplateau.)

416) Völlig verkieselter variolitischer Aphanit mit Quarzsandkörnern. (520.)
Rotbraunes, auf der Schlifffläche rundfleckiges, hartes, splitterig brechendes Kieselgestein. Schliff: Nur die Struktur weist noch auf Aphanit hin. Um Quarzsandkörner hatten sich kurze Feldspatleisten unregelmäßig radial angeordnet. Diese eruptive Masse ist nun in Chalcedon-Quarz so umgewandelt worden, daß die ganze Umgebung eines Quarzsandkorns die gleiche optische Orientierung erhalten hat, wie das Quarzkorn. Zwischen gekreuzten Nicols zerfällt also die ganze Masse in größere ausgezackte Körner, die z. T. voneinander durch Ferrit und Serpentinpartikeln und Partien getrennt sind. Dieselbe Struktur (Kugeln von Plagioklas) ist auch vorhanden gewesen in Partien, wo Sandkörner augenscheinlich nicht vorhanden gewesen sind. Auch diese Partien sind verkieselt. Das Gestein hat also primär Annäherung an Variolitstruktur gehabt.
Rameschaba, Flußbett. Dicht am kontaktmetamorphen Sandstein.

417) Chalcedon-Quarz. (520.)
Grobkörnig, etwas porös, grau. Schliff: Sehr grobradialstrahliger Chalcedon-Quarz mit Poren und unbestimmbaren Partikeln. Kein Quarzsand. Wahrscheinlich ein chalcedonisierter Calcitgang, wie sie massenhaft den zersetzten Diabas durchziehen.
Rameschaba, Gangförmige Platte im zersetzten Aphanit.

II. Deckschichten.

418) Eingekieselter Chalcedonsandstein. (520.)
Gelbbraun, feinkörnig, leicht glasig. Einige kleine Chalcedondrusen. Schliff: Relativ wenig Zement, aber größer als das Interstitialvolumen. Quarzkörner groß und rund, klein und splitterig. Große reine Chalcedonpartien mit typischer kleinbüscheliger Struktur. Sonst meist striemig-streifiger Chalcedon.
Loale, Rand des Plateaus.

419) Eisenschüssiger Chalcedon und Chalcedonsandstein. (520.)
Dunkelbraun, gefleckt, etwas schieferig. Dünne Lagen von Chalcedonsandstein. Schliff: Der Chalcedon ist äußerst feinkörnig und sehr schwach polarisierend. Wohl verkieseltes Gestein, allein es ist nicht mit Sicherheit festzustellen, ob verkieselt oder eingekieselt.
Loale, Plateaurand.

420) Eingekieselte Chalcedonbreccie. (520.)
Im gelbbraunen Chalcedonsandstein liegen dicht gedrängt, aber durch den Sandstein ge-

trennt eckige Platten und Brocken von grauem, dichtem Chalcedon, der z. T. konzentrische Zonen aufweist. Schliff: Im Sandstein wenig Quarzsplitter zwischen den Chalcedonfetzen, die durch groben, fast quarzartigen Chalcedon verkittet sind. Dieser Zement-Chalcedon ist feiner um Quarzkörnern, gröber im Zentrum der Interstitien. Die Chalcedonstücke sind sehr feinkörniger Chalcedon, schwach polarisierend, durchsetzt von Chalcedon-Quarzadern; mit „inneren“ Rändern, die wohl fein porös sind, als hätten diese Brocken im Gestein eine weitere Imprägnation erlitten.
Loale, Rand des Plateaus.

421) Zelliger Eisensandstein. (520.)
Braunroter und ockergelber, zersetzter Sandstein von bis fingerdicken verzweigten und untereinander anastomosierenden Röhren und zackigen Hohlräumen durchsetzt. 2—3 m mächtige Lateritschicht; Zersetzungsprodukt der Botletleschichten.
Loale, Plateaurand.

422) Gelber feinkörniger Sandstein.*)
Hellgelblich, dicht, feinkörnig. Braust nicht mit HCl; ritzt Glas.
Botletleschichten. Berg nördlich Mohissa.

423) Weiß- und braungefleckter dichter Sandstein.
Hellbraun mit weißen Flecken. Löcherige Oberfläche. Um die Löcher weißer Rand, der zapfenförmig ins innere greift.
Botletleschichten. Berg nördlich Mohissa.

424) Rötlicher Kalksandstein.
Rötlich, Zement > Interstitialvolumen. Grobkörnigere Adern von Calcit.
Botletleschichten. Berg nördlich Mohissa.

425) Brecciöser Chalcedonsandstein.
In rotbraunem, glasigem Sandstein liegen blaßrote Chalcedonstücke mit wenig Sandkörnern. Drusen mit weißem, traubigem Chalcedon.
Botletleschichten; Berg nördlich Mohissa.

426) Völlig verkieselter, eisenschüssiger sandiger Kalkstein. (516.)
Rot, hart, splitterig, mit Sandkörnern. Gelbe Verwitterungsrinde, deren Oberfläche z. T. schwarzbraun glänzend. Kalkfrei. Schliff: Mehr Zement als Sand. Rotes Eisenhydroxyd umgibt namentlich gern die Sandkörner und ist sonst lappig zerrissen verteilt im Zement. Dieses zerfällt deshalb vielfach in kleine eckige, gerade begrenzte Körner. Dieselben müssen einst aus Kalkspat bestanden haben und sind jetzt in Chalcedon mit undulöser Auslöschung umgewandelt worden.
Zirka 11 km südöstlich Tlakani, am Weg nach Malatschuai.

427) Völlig verkieselter eisenschüssiger, sandiger Kalkstein. (516.)
Rot, hart splitterig, mit kleinen von Eisenhydroxyd überzogenen Kieseln. Kein Kalk. Schliff: Teils ganz gleich Nr. 426, teils umgibt das Eisenhydroxyd hauptsächlich die Quarzkörner und greift mit Ausläufern in die Chalcedonmasse ein. Diese ist ziemlich feinkörniger Chalcedon mit undulöser Auslöschung, aber gleichartig.
Zirka 11 km südöstlich Tlakani. Am Weg nach Malatschuai.

428—430) Konglomeratischer Eisensandstein. (516.)
Von Brauneisenstein umhüllte Bruchstücke von eisenschüssigem Sandstein und Quarzbrocken. Das Gestein macht den Eindruk eines von Brauneisenstein umrindeten und verkitteten losen Sandstein-Quarzschutts. Schliff: In dem Eisensandstein sind große bis kleine Quarzkörner, verkittet durch rotbraun durchschimmerndes Eisenhydroxyd. Dieselbe Substanz umzieht und verkittet auch die ganzen Stücke. Die Brauneisensteinmasse ist im Schliff bei stärkster Beleuchtung so sehr kräftig rot durchscheinend, daß sie als ein von Eisenhydroxyd imprägnierter Chalcedon aufgefaßt werden könnte. Die chemische Prüfung zeigt aber, daß sie zwar viel Kieselsäure enthält, jedoch noch einfach Brauneisenstein zu nennen ist. Es ist laterisierter Schutt der Botletlesandsteine.
Zirka 10—11 km südöstlich Tlakani, am Weg nach Malatschuai.

431) Sandiger Kalkstein. (516.)
Gelblichgrau, dicht, gefleckt, von homogenen Kalkrinden durchzogen. Schliff: Dichter Kalkstein mit Quarzsandkörnern. Die Flecke sind Stellen des Kristallinischwerdens.
Stufe zwischen Tlakani und Ntschokutsa. Pfannensandstein oder Kalaharikalk.

432) Eingekieselter mürber Chalcedonsandstein mit Röhren. (517.)
Heller, leicht rosagefärbter mürber poröser Sandstein mit bis bleistiftdicken Röhren. Schliff: Zement wenig mehr als Interstitialvolumen. Runde subangulare bis splitterige

*) Nr. 422—426: Siehe die geologische Darstellung der Umgebung von Mohissa in der Zeitschrift der Ges. für Erdkunde 1902. S. 51.

Quarze *ohne* Ausheilung. Zement einartiger, poröser, unreiner Chalcedon, der oft deutlich kleinfaserig ist, aber oft im zerstreuten Licht so aussieht, als enthielte er Glimmerfasern. Verkieselung ist nicht nachweisbar.
Batschukurn. Boden der Pfanne.

433) *Eingekieselter mürber Chalcedonsandstein.* (517.)
Weißlich, mürbe, porös, mit bis Bleistift dicken Röhren, in denen wenig verkitteter grünlicher Sand sitzt. Ganz gleich No. 432. Braust fast gar nicht in verd. HCl, sehr wenig beim Kochen. Gelbliche Lösung. Sandkörner werden abgelöst, indes bleibt das Stück sonst unverändert. Rest mikroskopisch Quarzkörner und poröser, kleinfaseriger Chalcedon. Mikrochemisch nichts.
Batschukurn. Boden der Pfanne.

434) *Eingekieselter glasiger Chalcedonsandstein.* (517.)
In mürbem, weißlichem Sandstein liegen glasige Kerne hart und graubraun, die ohne scharfe Grenze in den porösen Sandstein übergehen. *Schliff:* Zement > Interstitialvolumen. Quarze: kleine Splitter und große runde Körner. Durch dünne Opalumrandung heben sich die Quarze von dem überall gleichartigen Chalcedonzement ab, das im zerstreuten Licht trüblich ist: Im polarisierten Licht möchte man glauben, Glimmerfasern zu sehen, infolge besonderer gerade-faseriger Chalcedonstruktur. Kein Calcit.
Batschukurn. Boden der Pfanne.

435) *Mürber Dolomitsandstein mit Eisenhydroxydflecken.* (517.)
Leicht gelblich, mürbe, porös, mit bis haselnußgroßen braunschwarzen bis gelben Flecken. Braust stark mit verd. HCl. Gibt beim Kochen stark flockige Lösung. Mikrochemisch Ca + Mg (Dolomit). *Schliff:* Das Zement ist dichter Dolomit, der in allen Zentren der Interstitialräume kristallinisch körnig geworden ist. Stellenweise mit reinem Eisenhydroxydzement.
Batschukurn. Boden der Pfanne.

436) *Verkieselter Chalcedonsandstein.* (517/518.)
Glasig glänzend, grau, fingerdicke Platte mit unregelmäßiger Oberfläche. Ähnelt sehr dem verkieselten Salzpelit von Ntschokutsa. *Schliff:* Zement viel größer als Interstitialvolumen. Poren, die z. T. mit Eisenhydroxyd erfüllt sind. Chalcedon mit wenig Calcitstaub, sehr schwach und feinstkörnig polarisierend. Einzelne größere Calcitrhomboeder. Das Gestein ähnelt sehr dem verkieselten Salzpelit auch mikroskopisch. An andern Stellen ist der Chalcedon gröber und zeigt dann Interferenzkreuze und Sektoren. Dann ist auch der Calcit gröberkörnig. Chalcedonreichere Partien sind bereits makroskopisch als milchige und trübe Flecke sichtbar. Vielfach tritt auch Calcit in fetzenartigen Relikten auf.
Batschukurn. Lokale Verkieselung im Kalksandstein des Pfanneninnerns.

437) *Kalksandstein.* (518.)
Weiße sandarme Kalkpartien liegen in Kalksandstein. Breccienöse Struktur. Braust lebhaft mit HCl mit großen Blasen. Lösung enthält wenig Flocken. Dieselben bilden Hüllen um Quarzkörner.
Batschukurn. Äußere Umrandung der Pfanne.

438) *Brecciöser Kalksandstein.* (518.)
Weißer Kalkstein wird von feinen und dicken Sandschnüren durchzogen. Braust stark mit großen Blasen in HCl. Gekocht gibt es eine flockige Lösung. Mikrochemisch Ca.
Batschukurn. Umrandung der Pfanne.

439) *Sandiger dolomitischer Kalkstein mit schwacher Verkieselung.* (518.)
Hellgelblicher Kalkstein, sandarm, durchzogen von Schlieren von Kalksandstein. Braust schwach in kalter HCl mit kleinen Blasen; stark, wenn gekocht. Stark flockige Lösung und einige Stücke infolge schwacher Verkieselung. Mikrochemisch Ca, ziemlich viel Mg.
Batschukurn. Umrandung der Pfanne.

440) *Halbverkieselter Kalksandstein.* (518.)
Weißlicher Kalkstein mit sandigen Partien. Braust lebhaft und mit großen Blasen in HCl. Lösung enthält viel Flocken und etwas Sediment. *Die Flocken sind verbrennbar.* Mikrochemisch: Ca. *Schliff:* Bald reines Calcitzement, bald reines Chalcedonzement mit oder ohne Opalränder, bald Gemisch von beiden. Auch Partien mit feinster Aggregatpolarisation, erfüllt mit Calcitstaub. Der Calcit des Zements ist oft plastischer Kalkspat, besonders da, wo Calcit und Chalcedon zugleich vorhanden sind, mit starker Neigung zu R-Bildung. Hier findet man auch vielfach größere R zonar aufgebaut, auch solche von Chalcedon-Opal umrandet. Zuweilen Calcitreste als Fetzen oder Körner im Chalcedon. Die Grenze zwischen Calcit- und Chalcedonzement ist meist scharf, selten mit Auflösung des Kalks in Körner. Der Chalcedon scheint besonders in zementärmere Partien eingedrungen zu sein.
Batschukurn. Umrandung der Pfanne.

441—442) Mürber Kalksandstein. (518.)
Weiß, porös, löcherig, stark salzhaltig. Braust stark in verd. HCl. Gibt starkflockige Lösung und Sediment. Mikrochemisch: Ca, etwas Mg.
Inkauani. Schicht b[2]. Brunnenloch.

443) Mürber, z. T. sandiger Kalk. (518.)
Weiß mit einer Partie lockeren Sandes (Sandröhre?). Nicht salzhaltig.
Inkauani. Brunnenloch, Schicht b[1].

444) Kalaharisand. (519.)
Rötlicher kalkreicher feinkörniger Sand. Liegendstes des Kalaharisandes.
Inkauani. Nahe dem Pfannenrand.

445—447) Kalktuff. (516.)
Weißlich, zerreiblich, sandarm, mit feinen Wurzelröhren und Gastropoden. Salzhaltig. Reich an Diatomeen.
Lotlakani. Pfannenausfüllung in dem Flußbett des Makoko.

Anhang VI.

Die chemischen Analysen.

Herr Oberlehrer Dr. *Elich* hatte die Güte, 12 Proben von Gesteinen und Sedimenten der Deckschichten zu analysieren. Die Analysen wurden in dem chemischen Laboratorium von Herrn Geheimrat *Orth* in der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin ausgeführt und sind in vieler Beziehung sehr lehrreich gewesen. So gibt z. B. der Vergleich der Analysen 6 und 7 ein deutliches Bild von dem Verkieselungsprozeß. Wichtig ist ferner das völlige Fehlen von Jod und Brom in den salzreichen Ablagerungen und die auch chemisch nachweisbare Armut an Tonerde. Im übrigen sei auf die Darstellung der Deckschichten selbst verwiesen, in der die Resultate der Analysen bereits verwertet worden sind.

	Probe	SiO^2	Al^2O^3 Fe^2O^3	CaO	MgO	K^2O	Na^2O	CO^2	Cl	SO^3	H^2O	Org. Subst.	J Br	Summe	Bemerkungen
1	Brecciöser Chalcedonsandstein, Loale	95.52	2.64	—	—	—	—	—	—	—	1.04	—	—	99.20	
2)	Verkieselter Kalksandstein, ²Nakais (Pfannensandstein)	13.90	6.04 (Fe Spur)	41.41	—	—	Spur	35.68	Spur	—	2.66	—	—	99.69	
3	Harter Sandkalk (Kalaharikalk), ²Naissoba	13.15	0.39	37.09	10.00	—	—	36.47	Spur	—	2.31	—	—	99.41	Algenrindenkalk mit Sandkörnern.
4)	Kalkrinde auf Sandstein, Makarrikarri-Pfanne	9.60	1.37	54.21	0.85	—	—	33.85	—	—	—	—	—	99.88	Dünne Algenrinde auf Sandstein.
5)	Mürber Kalksandstein (Kalaharikalk), Lettertree	44.40	1.18	27.87	2.60	—	—	*) 21.95	Spur	—	2.76	—	**) Fehlt ganz	100.76	*) Glühverlust. **) Sicher keine Meersalze.
6)	Mürber Kalksandstein (Kalaharikalk), Meno a kwena	78.61	0.90	8.65	2.75	—	0.64	8.62	0.58	—	0.25	—	—	101.00	Deutliche Zunahme von SiO^2 und H^2O bei der Verkieselung. Abnahme von Al^2O^3, CaO, MgO, CO^2, Cl und Alkalien. (6 u. 7)
7)	Gleich 6, aber glasiger Kern im Kalksandstein	88.55	0.51	6.10	1.51	—	0.40	5.19	0.41	—	3.51	—	—	100.18	
8)	Salzmergel, Schadum, Gnuquelle	19.18 (0.31 löslich)	1.46	29.02	8.19	Spur	10.27	19.98	0.76	8.51	2.50 (H^2O u. Org. Subst.)		*) Fehlt ganz	99.90	Eine salzärmere Probe enthält 4.87 % Al^2O^3. *) Sicher keine Meersalze.
9)	Kalktuff, Lotlakane	27.99	2.92	34.08	—	—	—	29.24	—	—	—	—	*) Fehlt ganz	—	Sp. G. 2.685. *) Sicher keine Meersalze.
10)	Kalktuff, Kalkfontein, Brunnenloch	19.56	4.49 (Fe Spur)	48.81	—	—	—	30.52	—	—	—	—	—	101.38	
11)	Alluvialschlamm des Schadum, Sodanna	37.73	Spur	30.90	2.30	—	0.86	26.43	Spur	—	1.36 (H^2O u. Org. Subst.)		—	99.58	Die Armut an Tonerde wird bedingt durch das umgebende Sandfeld.
12)	Beckenschlamm, Ngamisee	49.45	Al^2O^3 14.92 Fe^2O^3 5.69	3.83	—	Spur (K^2O u. Na^2O)		13.01	Spur	Spur	12.92 (H^2O u. Org. Subst.)	sehr reichlich	—	100.00	

Mollusken.

Von Professor Dr. *E. v. Martens.*

A. Landschnecken.

1) Achatina Schinziana, Mousson (Journal de Conchyliologie XXXV 1887 S. 291.)

[Zahlreiche Schalen auf dem Boden des Schadumtals bei Sodanna.]*)

2) Achatina Passargei, nov. Sp. v. Martens. (Sitzungsber. der Gesellschaft naturforsch. Freunde zu Berlin. März 1900 S. 119.) S. 755 Fig. 1.

Die Diagnose dieser neuen Art lautet: Testa conoideo-oblonga, solida, regulariter confortim striatula et granulata, alba strigis pallide fuscis angustis verticalibus picta; spira conica, apice acuminato, gracili; anfr. 7½, sat convexi, regulariter crescentes, sutura modice impressa subcrenulata distincti, ultimus infra ample rotundatus. Apertura subverticalis parva, piriformi-ovata, margine columellari verticali sat tenui albo abrupte truncato, margine externo leviter arcuato, marg. basali anguste rotundato. Long 61½, diam. 30½, apert. long. 29, diam. 17 mm.

[Sodanna; auf dem Talboden des Schadum.]

Die Gattung Achatina ist durch das ganze tropische und südliche Afrika bis in die Kapkolonie in verschiedenen Arten verbreitet. A. Schinziana wurde von *Schinz* bei Ondonga in sandigen, nicht ganz von Vegetation entblößten Gegenden gefunden.

3) Buliminus Damarensis Sp. (?) Var. expectatus, Mousson (loc. cit. S. 295).

[Im mürben Kalksandstein von Meno a kwena — Kalaharikalk — eingeschlossen; zweifellos fossil.]

Das vorliegende Exemplar mit sandig-erdiger Füllung, noch etwas glänzend. Die Art ist lebend vom Damaraland her bekannt. Diese Varietät wurde aber von Dr. *Schinz* „dans une terre marno-sableuse, de coloration foncée, à Epitonna, au sud-est d'Ondonga“ gefunden.

4) Buliminus (Leucochiloides) minusculus, Mousson (loc. cit. S. 295 Tafel 12 Fig. 5).

[Aus dem mürben Kalksandstein von Meno a kwena, sicher fossil.]

Das vorliegende Exemplar ist auch mit gröberem, zusammenge-

*) Die [] eingeklammerten Sätze sind Bemerkungen von Dr. *Passarge.*

backenem Sand erfüllt, doch noch etwas glänzend, nicht verwittert. Die Art wurde von *Schinz* in einem gut erhaltenen Exemplar bei Ku Ganab, südöstlich Ondenga gefunden, ist also vermutlich noch lebend.

Ein zweites Exemplar im Kalktuff von Sodanna.

5) Cochlicella opposita, Mousson (loc. cit. S. 293 Tafel 12 Fig. 2).

[Im mürben Kalksandstein von Mene a kwena (Kalaharikalk)]. Das vorliegende Exemplar ist stark verwittert, glanzlos, mit zusammengebackenem Sand erfüllt; macht den Eindruck einer fossilen Schnecke. Die Art wurde von *Schinz* in einer „marne calcaire claire, très recente, à Upingtonia, au sud d'Ondonga" gefunden. Sie ist also noch nicht lebend bekannt. Ob diese Schnecke wirklich in die Gattung Cochlicella gehört, ist mir zweifelhaft. *Mousson* hat einem früher von mir ausgesprochenen Gedanken (Württembergische naturwissenschaftl. Jahreshefte XI 1855 S. 138) entsprechend angenommen, daß die Schneckenfauna der trockenen subtropischen Gegenden Südafrikas Analogien mit denjenigen der subtropischen Mittelmeerküsten habe, und deshalb

Abbildung 34.

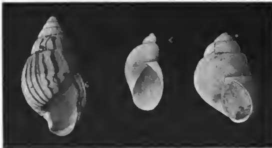


Fig. 1 Achatina Passargei. natürl. Größe.

Fig. 2 Succinea Moussoni. 5/2 mal vergrößert.

Fig. 3 Vivipara Passargei. natürl. Größe.

die betreffende Schnecke in die Gattung Cochlicella gestellt, welche für die Mittelmeerküsten charakteristisch ist; ob aber die Schalenähnlichkeit in diesem Fall auch mit anatomischer Übereinstimmung und damit genetischer Verwandtschaft zusammenhängt oder nur auf analoger Anpassung an ähnliche Umgebung beruht, könnte nur die nähere anatomische Untersuchung entscheiden.

6) Succinea Moussoni, nov. Sp. v. Martens (= Succinea Sp., Mousson loc. cit. S. 298). S. 755 Fig. 2.

Testa ovato-oblonga, tenuis, subinaequaliter striata, diaphana (alba); spira elongata, evoluta, apice obtusa; anfr. $3^1/_2$, superiores valde convexi, sutura profunda, mediocre accrescentes, ultimus oblongus, minus convexus; apertura sat obliqua, ovata, superne acutiuscula, margine externo regulariter arcuato, m. columellari primum stricto, tenui, dein arcuato, m. basali rotundato. Long 9, diam. maj. $4^2/_3$, min. $3^1/_3$, apert. long. 6, diam. $3^1/_2$ Mill.

[Im mürben Kalksandstein am Botletle, Lager südl. Hardekol-Drift.] Ähnlich der deutschen, im Diluvium so häufigen S. oblonga, und

noch mehr der zentralasiatischen S. altaica und evoluta Marts. Die vorliegenden Schalen leer oder mit etwas erdigem Sand; verbleicht, aber nicht wesentlich verwittert. Von *Schinz* „dans le calcaire marneux récent d'Upingtoma" gefunden. Ich kenne keine ähnliche Art aus Südafrika. Auch im Kalktuff von Sodanna.

7) Succinea arborea, Mousson (loc. cit. S. 297, Taf. 12, Fig. 7).

[Massenhaft auf dem Boden des ehemaligen Ngamisees; sehr häufig im ganzen Okavangosumpfland und im Kalaharikalk. Proben von Ngami und aus dem mürben Kalksandstein bei Hardekol-Drift (Botletle).]

Von *Schinz* lebend gefunden.

B. Süßwasserschnecken.

a) Luftatmende, Limnaciden.

8) Planorbis salinarum, Morelet (in Voy. Welwitsch Mollusques 1868, p. 85).

[Am Ngamisee zahlreiche Schalen auf dem trockenen Seeboden. Fossil im Kalaharikalk, z. B. Kalktuff von Sodanna.]

Die Gattung ist kosmopolitisch. *Welwitsch* fand die Art „dans un ruisseau qui communique avec les salines de Dungo, intérieur du district de Pungo Andongo."

9) Physa parietalis, Mousson (loc. cit. S. 298, Taf. 12, Fig. 8).

[Massenhaft mit frischen, aber leeren Schalen auf dem Boden des Kessels von ²Garu, sowie auf dem Seeboden des Ngami. Fossil im Kalaharikalk, z. B. im mürben Kalksandstein am Botletle, Lager südlich der Hardekol-Drift.]

Variiert sehr im Verhältnis der Länge zur Breite, wie viele Süßwasserschnecken. Ob diese Art, wie viele afrikanische, etwa zur Gattung Isidora gehört, läßt sich nur durch Untersuchung der Weichteile entscheiden. Von *Schinz* bei Ondonga gefunden.

b) Wasseratmende Schnecken, Prosobranchier.

10) Ampullaria occidentalis, Mousson (loc. cit. S. 299, Taf. 12, Fig. 9).

[Massenhaft im Flußbett des Nansche oder Nansib lebend, ferner im Okavangosumpfland, Ngamisee und Botletlegebiet. Fossil im Kalaharikalk.]

Von *Schinz* „dans un bras meridional du Kunéné" gefunden. Die Gattung Ampullaria ist durch das ganze tropische Afrika verbreitet, oft in austrocknenden Gewässern, scheint aber in dem eigentlichen Südafrika, Kapkolonie und Natal, zu fehlen. In Südwestafrika ist sie noch in den südlichen Zuflüssen des Kongo, wie Kassai und Kuengo, von den deutschen Forschungsreisenden gefunden worden, aber weiter südlich kenne ich keine anderen Fundorte als die von Dr. *Schinz* und Dr. *Passarge* gegebenen. Betreffs Südostafrika hat Prof. *Peters* sie aus dem Gebiet des Zambezi, Tette, mitgebracht; südlichere Fundorte sind mir nicht bekannt.

11) Lanistes ovum, Peters.

[Im Ngamiflußbett als leere Schale gesammelt.]

Die Gattung Lanistes ist für das tropische Afrika charakteristisch; die genannte Art scheint die südlichste der Gattung zu sein, *Welwitsch* fand sie in Angola, die belgischen Forscher im oberen Congo, Professor *Peters* im Sambesigebiet, und das Berliner Museum erhielt Exemplare

derselben von „Libenibo“ in Transvaal durch Dr. *Wilms* und von „Itchongevo“ an der Delagoabai im portugiesischen Gebiet durch *A. Schenck.*

12) Vivipara Passargei, nov. sp. v. Martens. S. 755 Fig. 3.

Testa obese ovata, latiuscule umbilicata, solida; anfr. 6, vix convexi, superne humerosi, non sculpti, sutura sat profunda, ultimus medio subangulatus, angulo versus aperturam evanescente, basi circa umbilicum obtuse angulatus, periomphalio excavato, apertura dimidiam testae longitudinem occupans, modice obliqua, circulari-ovata, superne subangulata, margine externo et columellari modice arcuatis, rectis, non expansis, marg. basali breviter rotundato. Long. 32, diam. 24, aperturae long. 17, diam. 13 Mill. Nur 1 Exemplar, verwittert und mit zusammengebackenem grobem Sand erfüllt.

[Im mürben Kalksandstein am Letter tree, Botletle (Kalaharikalk).]

Lebend nicht bekannt, aber der ostafrikanischen V. unicolor Oliv. ähnlich. Die Gattung Vivipara ist in Ostafrika häufig vom Nil bis zum Nyassa; in Westafrika nur vom Senegal bekannt und scheint in Angola, Deutsch-Südwestafrika, dem Kapland, Natal und Mossambique ganz zu fehlen.

13) Melania tuberculata, Müller.

a) virgulata Q. G., ohne Vertikalfalten auf der letzten Windung, bis 34 mm lang. Gesammelt in der Makarrikarripfanne.

b) Var. plicifera, Mousson, mit Vertikalfalten auch auf der letzten Windung, nur bis 21 mm lang. Ngamisee.

[Rezent in Massen auf dem Boden des Ngami (Var. b) und in den Salzpfannen des Botletlegebiets. Fossil im Kalaharikalk, z. B. massenhaft in einer Kalktuffbank bei Mori Mossetla am Ngamifluß. Ein junges Exemplar im Kalksandstein des Letter tree und ein ganz junges im Kalksandstein am Lager südlich der Hardekel-Drift.]

Diese Art ist bekanntlich von Malta und Algerien durch Nordafrika, Vorderasien und Indien bis Timor verbreitet. Die nächsten mir bekannten Fundorte sind im Nyassa, Tanganika, Schire und Sambesi. Vom Ngami hatte das Berliner Museum schon ein Exemplar dieser Art, ohne Angabe des Finders. Von Westafrika sind mir keine sicheren Fundorte bekannt. Allerdings gibt der treffliche Monograph dieser Gattung, *A. Brot*, in seiner Bearbeitung der Melaniaceen für die neue Ausgabe von *Martini* und *Chemnitz*, Conchylien cabinet, 1874, S. 248, bei der Vaterlandsangabe dieser Art „Afrika auf ihren (seinen) Nord-, Ost- und Westküsten, von wo sie mehr oder weniger weit ins Innere dringt“. Aber er nennt keinen speziellen Fundort der westafrikanischen Küste und die von ihm zitierten Schriften ergeben auch nicht mehr als folgende zwei höchst zweifelhafte Angaben: *Dunker* führt seine Melania Tamsii, die öfters als Varietät von tuberculata betrachtet wird, zwar in seiner Arbeit über die von Dr. *Tams* auf seiner Reise nach Niederguinea gesammelten Mollusken, S. 9, an, aber nicht als in Guinea, sondern auf den Capverdischen Inseln von demselben gesammelt, und *Jickeli*, Fauna der Land- und Süßwasser-Mollusken Nordost-Afrikas, 1874, S. 255, nennt unter den zahlreichen Fundorten dieser Art, welche er aufzählt, auch „das Festland von Guinea“ *(Schröter)*. Schlagen wir aber das Zitat von *Schröter*, Geschichte der Flußconchylien, 1779, S. 373 nach, so finden wir die Küste von Coromandel, nicht Guinea als Vaterland der von ihm beschriebenen Schnecke nro 171 genannt; allerdings findet sich dann unter den Zusätzen S. 392 die Notiz, daß nro 171, Nerita tuberculata, von der Küste Guinea sei, aber vorher hat er unter 172 als Nerita tuberculata eine ganz andere Schnecke,

wahrscheinlich ein kleines Cerithium beschrieben, und seine nro 171 durchaus nicht als N. tuberculata anerkannt; ich glaube daher, daß bei den Zusätzen nro 171 ein Druckfehler für 172 sei und daß jedenfalls auf diese Angabe hin nicht viel zu geben ist. Melania tuberculata ist, wo sie vorkommt, häufig und leicht zu finden, da sie die Bewässerungsgräben des Kulturlandes liebt, aber sie ist nicht in Senegambien von *Adanson* oder *H. v. Maltzan* gefunden, nicht in Kamerun von *Buchholtz*, *Preuß* oder den schwedischen Ingenieuren, deren Ausbeute *D'Ailly* beschrieben hat, nicht in Niederguinea von Dr. *Tams* oder *Welwitsch* oder von den Reisenden der deutschen Loango-Expeditionen, überhaupt meines Wissens keine irgendwie ähnliche Art von irgend jemand an der Westseite des afrikanischen Festlandes südlich von Marokko. Ganz anders an der Ostseite, da kennen wir sie von Alexandrien bis zum Transvaal (Melville und Ponsonby 1898), und wenn wir die nahe verwandte M. Inhambanica Martens als Varietät von tuberculata betrachten, auch noch vom südlichen Mossambique und bis zur Delagoahai, wo *A. Schenck* ein Exemplar auf dem Wege von Barberton nach der genannten Bai, 4 miles westlich von Romati, fand und dem Berliner Museum überließ; südlicher ist sie mir nicht bekannt. Betreffs des Innern von Afrika hat der bekannte *G. Rohlfs* 1866 einige verbleichte Exemplare dieser Art bei Kuka in Bornu aufgelesen, welche jetzt im Berliner Museum befindlich sind; eine Verschleppung durch den Karawanenverkehr der Mohamedaner ist noch etwas minder schwer sich vorzustellen, als eine solche nach der Kalahari.

Die meisten Verwandten hat diese Art in Indien und dem malayischen Archipel, und ich war daher stets der Ansicht, daß sie von da durch den menschlichen Verkehr, vielleicht in Verbindung mit dem Reisbau, der ja auch aus Indien stammt und Bewässerung verlangt, durch die mohamedanische Welt verbreitet sei. Es fragt sich nun, ob ihr „fossiles“ Vorkommen im Kalaharikalk damit vereinbar ist. Aus Ägypten kennen wir sie seit der Reise von *Olivier* und *Bruguière* (1792), aus Koromandel in Vorderindien seit 1774, aber sie kann selbstverständlich schon viel früher dagewesen sein.

C. Süßwassermuscheln.

14) **Unio Kunenensis**, Mousson, loc. cit.

[Im Okavango-Botletle-System und in den Salzpfannen des Makarrikarribeckens. Fossil im Kalaharikalk.]

Nahe verwandt mit U. Hauttecoeuri Bourg. und anderen Arten aus den ostafrikanischen Seen (Tanganika, Viktoria Nyansa u. s. w.), dagegen ist keine ähnliche Art aus Westafrika bekannt, wo überhaupt die Unionen sehr spärlich sind. *Schinz* fand die Art „dans une dérivation du Kunene dans le Nord Ovambo“. In Südafrika finden sich auch Unionen, doch von anderem Aussehen, im Limpopo, im Vaal und im Elefantenfluß; der südlichste Fundort, den ich kenne, ist Port Elizabeth, von wo Prof. *Fritsch* eine Schale von Unio africanus dem Berliner Museum gegeben hat.

15) [Eine sehr große bis 8 cm lange Muschel, wahrscheinlich zur Gattung **Mutela** gehörig, fand sich häufig am Ngami und in der Matanya-Ebene westlich desselben.]

16) **Corbicula africana**, Krauss (südafrikanische Mollusken 1848 S. 8 Taf. 1 Fig. 8).

[Wurde nur am Letter tree in den tiefsten Partien des Kalaharikalks gefunden.]

Nur helle, verbleichte Schalen; einige größer als die von *Krauss* im Gauritzfluß (Distrikt Swellendamm, Kapkolonie) gesammelten, nämlich die zwei größten.

Länge 19, Höhe 16, Durchmesser 10 Mill., Wirbel ca. $^4/_9$ der Länge,
„ $17^1/_2$, „ 15, „ 10 „ „ „ $^4/_9$ „ „

Die Art ist noch im Sambesi bei Tette von Prof. *Peters* gefunden und im Gauritzfluß bei Swellendamm (Kapland), die Gattung in Ostafrika weit verbreitet, vom Nil bis zur Kapkolonie, aber in Westafrika nur vom Senegal bekannt, nicht von Guinea, Angola oder Deutsch-Südwestafrika. Tertiär sind ganz ähnliche Formen durch Mittel-Europa verbreitet, in England sogar noch pleistocän. (Siehe *Sandberger*, Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt, 1870, S. 735 unter Corbicula fluminalis.) Früher nannte man sie Cyrena und erst seit einiger Zeit ist die Gattung Corbicula als von Cyrena verschieden allgemein angenommen.

Im ganzen zeigt sich bei den Landconchylien eine Gleichheit mit den Steppengegenden im Süden, speziell Südwest-Afrika, bei den Süßwasser-Conchylien dagegen eine größere Übereinstimmung mit der tropisch-afrikanischen Fauna, als mit derjenigen des eigentlichen Südafrika, namentlich durch das Vorhandensein der Gattungen Ampullaria, Lanistes, Vivipara und Mutela, welche dem Kapland ganz fehlen, und eine gewisse stärkere Hinneigung nach dem Osten, dem Zambezegebiet und Transvaal, als nach dem Westen, Angola, zeigt sich durch die Anwesenheit von Lanistes, Vivipara, Melania tuberculata und Corbicula radiata, welche alle von Angola bis jetzt nicht bekannt sind, sowie negativ durch die Abwesenheit der Gattungen Galatea und Aetheria, welche beide in Angola leben und von denen die erstere ausschließlich westafrikanisch ist, die zweite in Ostafrika nach Süden nur bis zum Victoria Nyansa (und ?? Tanganyika) bekannt ist.

Anhang VIII.

Über Bacillariaceen der mittleren Kalahari.

Von ***Hugo Reichelt.***

Herr Dr. *S. Passarge*, Berlin-Steglitz, welcher von 1896 bis 1898 ausgedehnte Reisen zur Erforschung des Ngamilandes im innern Südafrika unternommen hat, deren geographische und geologische Ergebnisse in vorliegendem Buche ausführlich behandelt sind, hatte die Güte, mir eine Anzahl kleiner Proben solcher Sedimente aus der mittleren Kalahari zur Untersuchung auf etwaige Diatomeen zu übersenden, in denen er entweder bereits dergleichen beobachtet hatte oder in welchem nach der vermutlichen Genesis der Gesteine die Möglichkeit des Vorkommens von Diatomeen gegeben war. Es waren siebenundvierzig kleine Proben, von denen sieben als rezente, die übrigen als fossile Ablagerungen bezeichnet waren. Die rezenten Materiale bestanden aus drei Proben vom Ngamisee, nämlich zwei Sandproben mit sehr wenig Diatomeenschalen und einer Schlammprobe, die sehr reich an solchen war, ferner einer Schlammprobe vom Schadum und vier aus mitgebrachten Gastropodenschalen herausgekratzten Schlammproben von Makarrikarri, ²Garu, Nausche und Sodanna. Alle diese rezenten Proben waren alte abgestorbene Materiale, die vielleicht schon seit Jahrzehnten trockengelegen hatten. Ich konnte daher bei der Untersuchung der in denselben vorkommenden Diatomeen nur die verkieselte Zellhaut berücksichtigen. Da aber gerade die Zellhaut der Diatomeen die feinsten und für die Systematik brauchbarsten Unterscheidungsmerkmale der Gattungen und Arten ergibt, so war die Unmöglichkeit, den Zellinhalt der rezenten Diatomeen zu berücksichtigen, für die Ziele meiner Untersuchungen ohne Belang.

Die fossilen Sedimente, von denen 38 verschiedene Pröbchen vorlagen, lassen sich nach brieflichen Mitteilungen des Herrn Dr. *Passarge* in Bezug auf ihr Vorkommen in vier Arten unterscheiden:

1) Kalaharisand, bildet die Steppe der Kalahari, ist im Liegenden kalkhaltig.
2) Kalaharikalksandstein, von Kalk zementierter Sand.
3) Sinterkalk. Wahrscheinlich teilweise durch rieselndes Wasser gebildet, teilweise effloreszierter Wüstenkalk. Abscheidung von Rinden durch Algen.
4) Pfannenkalktuff. Eine Ablagerung innerhalb der Kalkpfannen. Er ist ein Abscheidungsprodukt von im Wasser wachsenden Pflanzen, ähnlich dem Wiesenkalk (Seekreide).
5) Salzmergel. Ein feiner, oft sandreicher Kalkschlamm mit viel Salzen ($NaCl$ und $MgSO^4$). Als Untergrund des Okavangosumpflandes verbreitet. Kalksandstein, Sinterkalk, Salzmergel und Pfannenkalktuff sind mehr oder weniger gleichzeitige Faziesbildungen.

Methode der Untersuchung.

Die Proben wurden zunächst mit verdünnter Salzsäure behandelt, wodurch nach teilweise lebhaftem Entweichen von Kohlensäure der Kalk gelöst wurde. Nach Auswaschen mit destilliertem Wasser wurde der Rückstand in Wasser unter dem Mikroskop untersucht. Wurden keine Diatomeen wahrgenommen, so ließ ich mehrere Auftragungen auf dem Objektträger eintrocknen und untersuchte dieselben dann nochmals in Monobromnaphthalin, in welchem durch die große Differenz seines Brechungsexponenten (1,658) mit dem der Diatomeenschalen (1,430) dieselben sehr deutlich hervortraten, und auch wenn sie stark inkrustiert waren, nicht übersehen werden konnten. Die Proben, in denen Diatomeen in nicht zu spärlicher Anzahl vorkamen, wurden nun in englischer Schwefelsäure 20 Minuten gekocht, nach Beginn des Kochens einige kleine Kristalle Kalisalpeter bis zur Entfärbung der anfangs schwarzbraunen Flüssigkeit hinzugegeben. Nach dem Erkalten wurde die Säure gut ausgewaschen und nun mit schwacher Sodalösung gekocht. Dieses Kochen muß an entnommenen Proben fortwährend unter dem Mikroskop kontrolliert werden, damit es nicht zu weit getrieben wird und die Diatomeen, anstatt durch ganz leichtes Angreifen ihrer Oberfläche gereinigt, etwa ganz oder teilweise zerstört werden.

Sobald eine entnommene Probe anzeigt, daß der Reinigungsprozeß genügend weit vorgeschritten ist, wird derselbe durch Zugießen von Salzsäure unterbrochen, und die Diatomeen, nachdem sie sich aus der erkalteten Lösung abgesetzt haben, wiederholt gut, zuletzt mit destilliertem Wasser, ausgewaschen. Da die Diatomeen der Kalaharisande und Kalktuffe durch ein eigenartiges Kieselzement häufig stark inkrustiert und miteinander verbacken waren, so mußten die beschriebenen Manipulationen des Kochens in Schwefelsäure und in Sodalösung abwechselnd oft mehrmals wiederholt werden, um nur einigermaßen schöne Präparate der Diatomeen zu erhalten. Die gereinigten Diatomeenschalen wurden schließlich auf Deckgläser gebracht und in einer Mischung von Styresin und Monobromnaphthalin eingeschlossen, um nun unter dem Mikroskop bei 1000facher Vergrößerung bestimmt zu werden.

Ergebnisse dieser Untersuchungen.

Bei der ersten Untersuchung der verschiedenen Proben nach der Entkalkung wurden außer Diatomeen noch beobachtet: die Kieselnadeln von Spongien, Oberhautteile der Halme von Gräsern und Riedgräsern (Phytholitharien Ehrenbergs), Algen und Dauersporen von Rostpilzen. Die Spongiennadeln und die Kieselskelette der Gräser sind auch nach dem Kochen in Schwefelsäure erhalten geblieben. Die Diatomeen der fossilen Sedimente zeigen, trotz der oft hunderte von Kilometern voneinander entfernten Lagerstellen, eine merkwürdige Gleichartigkeit in den vorherrschenden Arten. Um Wiederholungen möglichst zu vermeiden, werde ich deshalb zuerst nur die Analysen der einzelnen Proben nach den Arten geben und erst darauf eine speziellere Übersicht aller vorgekommenen Arten mit Angaben ihrer Verbreitung und Lebensweise, insoweit dieselbe für die später zu ziehenden Schlußfolgerungen von Wichtigkeit ist, folgen lassen.

Nr. 1. Flußsand vom Ngamisee.

Feinkörniger weißer Sand mit spärlichen schwarzbraunen Partikeln, welche aus vertrocknetem Pflanzenschlamm bestehen. In diesem kamen folgende Diatomeen vor:

Amphora lybica, Ehr.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Fragilaria construens (Ehr.) var. venter, Grun.
Melosira crenulata, Kütz.

Nr. 2. Flußsand gemischt mit Beckenschlamm Ngamisee.

Dieser Sand enthält mehr organischen Detritus wie der erste. Er ist infolgedessen viel dunkler von Farbe. Es fanden sich nur spärlich Diatomeen vor, welche meist zerbrochen waren.

Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Melosira crenulata, Kütz.

Nr. 3. Kalkreicher Flußschlamm. Jüngste Ablagerung des Schadum bei Sedanna.

Enthält wenig, zumeist stark angefressene Diatomeen.

Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Cymbella radiosa, nov. spec.
Synedra longissima, W. Sm.
Surirella biseriata, Bréb.

Nr. 4. Beckenschlamm Ngamisee.

Dunkler eingetrockneter Schlamm, frei von Kalk und sehr leicht. Er ist sehr reich an Diatomeen, meist gut erhalten. Nur die großen Formen waren fast sämtlich zerbrochen.

Amphora lybica, Ehr.
Cymbella cymbiformis, Ehr.
Cymbella radiosa, nov. spec. recht häufig.
Cymbella Ehrenbergii, Kütz.
Cymbella aspera, Ehr.
Cymbella cucumis, A. Schm.
Encyonema prostratum (Berk.), Ralfs.
Encyonema arcus, Ehr.
Encyonema lunula, Ehr.
Mastogloia Grevillei, W. Sm.
Stauroneis Phoenicenteron, Ehr.
Navicula elliptica, Kütz.
Navicula Gastrum, Ehr.
Navicula radiosa var. acuta, Kütz.
Navicula Peretetti, Grun., selten.
Pinnularia parva, Greg.
Pinnularia viridis, Nitzsch.
Neidium iridis, Ehr.
Gomphonema intricatum var. vibrio, Ehr.
Gomphonema gracile, Ehr.
Epithemia Zebra (Ehr.) Kütz., var. proboscidea, Grun.
Epithemia turgida (Ehr.), Kütz.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Eunotia pectinalis (Kütz.), Rabh.
Eunotia pectinalis (Kütz.) Rabh. var. undulata, Ralfs.
Eunotia Papilio, Ehr., selten.
Synedra longissima, W. Sm.
Fragilaria mutabilis, W. Sm.
Fragilaria construens (Ehr.), var. venter, Grun.
Cymatopleura Solea, W. Sm.
Nitzschia amphibia, Grun.
Hantzschia amphioxys, Grun.
Surirella biseriata, Bréb.
Surirella biseriata, Bréb. forma constricta, Grun, sehr häufig.

Cyclotella Meneghiniana, Kütz.
Melosira granulata, Ralfs.

Nr. 1b. Schlamm aus einer Gastropodenschale, Makarrikarripfanne.

Amphora arenicola, Grun.
Encyonema argus, Ehr.
Pinnularia Brebissonii, Kütz.
Mastogloia Smithii, Thwaites.
Epithemia turgida, Kütz.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Hantzschia amphioxys, Grun.
Campylodiscus Clypeus, Ehr.
Campylodiscus bicostatus, W. Sm.

Nr. 2b. Sediment in einer Gastropodenschale, [2]Garu. Abgeschlossenes Becken ohne Abfluß.

Sehr viel Schwammnadeln.
Navicula nivalis, Ehr.
Hantzschia amphioxys, Grun.

Nr. 3b. Sediment in einer Gastropodenschale, Nausche-Flußbett.

Enthält ziemlich selten und vereinzelt:
Pinnularia viridis, Nitzsch.
Nitzschia acicularis (Kütz.), W. Sm.
Melosira granulata, Ralfs.

Nr. 4b. Sediment in einer Gastropodenschale, Sodanna-Flußbett.

Hantzschia amphioxys, Grun.

Nr. 5. Kalkhaltiger Kalaharisand von Inkauani.

Enthielt keine Diatomeen.

Nr. 6. Kalaharisand, liegendste Schicht. Mono a kwena.

Sehr reich an meist gut erhaltenen Diatomeenschalen folgender Arten:
Amphora lybica, Ehr.
Amphora veneta, Kütz.
Amphora Frickei, nov. spec. sehr selten.
Cymbella cucumis, A. Sch.
Cymbella radiosa, nov. spec.
Cymbella lanceolata, Ehr.
Cymbella cymbiformis, Ehr.
Encyonema argus (Ehr.), Ralfs.
Stauroneis Phoenicenteron, Ehr.
Navicula elliptica, Kütz.
Navicula radiosa, Kütz.
Navicula menisculus, Schnm.
Navicula Perotetti, Grun.
Navicula cuspitata, Ehr.
Pinnularia viridis, Nitzsch.
Pinnularia gibba, Ehr.
Pinnularia Hartleyana, Grev.
Pinnularia Passargei, nov. spec.
Anomoconeis sculpta (Ehr.), Pfitz, häufig.
Anomoconeis sphaerophora (Kütz.), Pfitz.
Pleurosigma Kützingi, Grun.
Gomphonema ventricosum var. africana, nov. var.

Gomphonema gracile, Ehr.
Cocconeis Placentula, Ehr.
Epithemia turgida (Ehr.), Kütz.
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Rhopalodia vermicularis, O. Müller.
Rhopalodia Argentina (Brun.), O. Müller.
Fragilaria construens (Ehr.), Grun.
Synedra longissima, W. Sm.
Cymatopleura Solea, W. Sm.
Nitzschia dendicula, Grun.
Stenopterobia anceps, Lewis.
Surirella biseriata, Bréb.
Surirella biseriata, Bréb. forma constricta, Grun.
Surirella elegans, Ehr.
Surirella ovalis, Bréb.
Campylodiscus Clypeus, Ehr.
Campylodiscus bicostatus, W. Sm.
Cyclotella Meneghiniana, Kütz.
Melosira crenulata, Kütz.
Melosira granulata, Ralfs.

Außerdem zahlreiche verkieselte Oberhautzellen von Gräsern (Phytholitharien Ehr.) und Kieselnadeln von Schwämmen.

Nr. 7. Salzmergel vom Schadum.
Enthielt keine Spur von Diatomeen und andern organischen Resten.

Nr. 8. Kalksandstein (Kalaharikalk) von Toting.
Diatomeen waren nicht vorhanden. Sehr vereinzelt kamen Kieselnadeln von Spongien vor.

Nr. 9. Kalksandstein (Kalaharikalk) von Toting.
Enthielt weder Diatomeen noch andere Organismenüberreste.

Nr. 10. Kalksandstein (Kalaharikalk) von Toting.
Enthielt nur wenig, stark angefressene Diatomeen, welche durch unlösliches Kieselzement so stark inkrustiert waren, daß die feinere Streifung nur noch selten und nicht deutlich erkennbar ist. An dem Umriß und der erhaltenen gröbern Struktur sind bestimmbar die Gattungen
Cymbella,
Gomphonema,
Rhopalodia.

Nr. 11. Kalksandstein (Kalaharikalk) von Toting.
Enthielt wenige Schwammnadeln und stark inkrustierte Diatomeen. Erkennbar waren:
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.

Nr. 12. Kalksandstein (Kalaharikalk) von Meno a kwena. Schicht b.
Zahlreiche Schalen von
Epithemia und
Rhopalodia,
aber durch Kieselzement so stark inkrustiert und verkittet, daß die Arten nicht bestimmbar sind.

Nr. 13. Kalktuff (Kalaharikalk) von Meno a kwena. Schicht b[1].
Sehr reich an ziemlich gut erhaltenen Diatomeenschalen.

Anemoeoneis sculpta, Ehr., selten.
Mastogloia lanceolata, Thwaites, selten.
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz., sehr häufig.
Campylodiscus Clypeus, Ehr., sehr häufig.
Campylodiscus hicostatus, W. Sm.

Nr. 14. Kalksandstein (Kalaharikalk) von Mene a kwena. Oberste harte Bank.

Sehr reich an Diatomeen, aber weniger gut erhalten wie in Nr. 13.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Epithemia Argus, Ehr., sehr häufig.
Campylodiscus Clypeus, Ehr., sehr häufig.

Nr. 15. Kalksandstein (Kalaharikalk), zum Teil verkieselt, von Mene a kwena.

Enthielt keine Diatomeen.

Nr. 16. Lockerer Kalksandstein (Kalaharikalk) von ²Namessan.

Diatomeen spärlich und schlecht erhalten. Unter den Resten und Trümmern waren zu erkennen:
Campylodiscus Clypeus, Ehr.
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.
Navicula.
Hantzschia amphioxys.

Ich beobachtete auch mehrfach Teleutosporen von Rostpilzen und Zellen von Gleocapsa. Die Probe scheint also ganz von der Oberfläche entnommen zu sein.

Nr. 17. Kalksandstein (Kalaharikalk) von ²Namessan. Harte Oberflächenbank.

Keine Organismenreste.

Nr. 18. Kalksandstein (Kalaharikalk) vom Lettertree. Oberste harte Bank.

Wenig zahlreiche Reste und Trümmer von
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.
Synedra longissima, W. Sm.
Campylodiscus Clypeus, Ehr.

Nr. 19. Kalksandstein (Kalaharikalk) vom Lettertree, mürb.

Ich beobachtete sehr wenig Trümmer von
Synedra
und vier wohlerhaltene Zellen von
Hantzschia amphioxys,
in denen noch Reste des braunen Zellinhaltes vorhanden waren. Das müssen also rezente Diatomeen gewesen sein, die auf dem feuchten Kalkstein gelebt haben.

Nr. 20. Loser Kalksandstein (Kalaharikalk) vom Lettertree, mürb.

Ganz vereinzelt kam vor
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.

Die Zellen sind stark von Kieselzement inkrustiert und sehr zerfressen, an den starken Rippenköpfen ist die Art aber noch sicher erkennbar.

Nr. 21. Kalksandstein (Kalaharikalk) von der Hardekoldrift.

Diatomeen spärlich und stark zerfressen.
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Hantzschia amphioxys, Grun.

Nr. 22. Kalksandstein (Kalaharikalk) von der Hardekoldrift.
Rinden, angeblich durch Algen gebildet. Keine Algenzellen, keine Diatomeen.

Nr. 23. Pfannenkalktuff von Kalkfontein (Dobo). Tiefste, weiche, feuchte Schicht.
Viele Diatomeen, welche teils noch gut erhalten, teils stark zerfressen sind, so daß sich der fortschreitende Auflösungsprozeß in den verschiedenen Stationen erkennen läßt.

Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Campylodiscus Clypeus, Ehr.

Nr. 24. Pfannenkalktuff von Kalkfontein (Dobe). Mittlere im Erhärten begriffene Schicht.
Sehr reich an Diatomeen, zum Teil gut erhalten, zum Teil aber auch schon stark mit Kieselzement inkrustiert.

Amphora veneta, Kütz.
Navicula cuspidata, Kütz.
Navicula cuspidata, Kütz., var. ambigua, Ehr. Beide in der Craticularform häufig.
Navicula pupula, Kütz.
Anomoeoneis sphaerophora, sehr häufig.
Gomphonema ventricosum var. africana, nov. var., sehr häufig.
Gomphonema parvulum, Grun.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller.
Rhopalodia ventricosum, O. Müller.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Eunotia pectinalis (Kütz.), Rabh.
Synedra longissima, W. Sm.
Hantzschia amphioxys, Grun.
Nitzschia hungarica, Grun.
Nitzschia thermalis, Grun.
Nitzschia obtusa, W. Sm.
Campylodiscus Clypeus, Ehr.
Campylodiscus bicostatus, W. Sm.
Surirella ovalis, Bréb.
Cyclotella Meneghiniana, Kütz.

Nr. 25. Pfannenkalktuff von Kalkfontein (Dobe). Oberste harte Bank.
Sehr reich an Diatomeen, welche teils wohl erhalten, meist aber stark zerfressen sind. Sie sind durch Kieselsinter sehr stark zementiert und miteinander verbacken, so daß mehrmaliges energisches Kochen in Schwefelsäure und in Natronlösung nötig war, um die einzelnen Schalen zu isolieren. Daneben bleiben aber hirsekorn- bis erbsengroße, weiche Klümpchen von Kieselgallerte übrig, in denen sich, wenn sie zerdrückt und mikroskopisch geprüft werden, noch Spuren von Diatomeen erkennen lassen.

Amphora veneta, Kütz.
Mastogloia Grevillei, W. Sm.
Navicula elliptica, Kütz.
Navicula cuspida, Kütz.
Navicula cuspidata, var. ambigua, Ehr., beide häufig in der Craticularform.
Anomoeoneis sculpta (Ehr.), Pfitz.

Anomoooneis sphaerophora (Kütz.), Pfitz.
Gomphonema veutricosum var. africaua, nov. var.
Gomphonema parvulnm, Grun.
Epitbemia Argus (Ehr.) var. amphicephala, Grun.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müllor.
Rbopalodia ventricosnm, O. Müller.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Synedra longissima, W. Sm.
Nitzschia hungarica, Grun.
Campylodiscns Clypeus, Ehr.
Surirella ovalis, Bréb.
Cyclotella Meneghiniana, Kütz.
Zahlreiche verkieselte Oberhautzellen von Gräsern.

Nr. 26. Weicher Pfannenkalktuff von Lotlakani.
Sehr reich an Diatomeen, ziemlich gut erhalten.
Cymbella cymbiformis, Ehr.
Navicula elliptica, Kütz., ziemlich häufig.
Navicula crucicula, Donkin.
Navicnla cuspidata, Kütz.
Navicnla cuspidata, var. ambigua, Ehr., beide häufig in der Craticularform.
Anomoeoneis sculpta (Ehr.), Pfitz., häufig.
Anomoeonois sphaerophora (Kütz.), Pfitz., häufig.
Pinnularia oblonga, Kütz.
Mastogloia Dansei, Thwaites.
Mastogloia elliptica, C. Ag.
Gomphonema ventricosnm var. africana, nov. var.
Cocconeis Placentula, Ehr.
Epithemia turgida (Ehr.), Kütz.
Epithemia Argus (Ehr.), Kütz.
Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller, häufig.
Rhopalodia argentina (Brun.), O. Müller.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Synedra longissima, W. Sm.
Nitzschia hungarica, Grun.
Nitzschia denticula, Grun.
Surirella ovalis, Bréb., häufig.
Campylodiscns Clypons, Ehr., häufig.
Cyclotella Meneghiniana, Kütz.
Melosira crenulata, Kütz.
Hyalodiscns Debesi, nov. spec.

Nr. 27. Weicher Kalktuff vom Ufer des Sodanna-Flußbettes.
Sehr roich an stark zerfressenen Diatomeen.
Amphora obscura, nov. spec.
Anomoeoneis sphaerophora (Kütz.), Pfitz.
Pinnularia Passargei, nov. spec.
Rhopalodia gibberula (Kütz.), O. Müller.
Gomphonema ventricosum var. africana, nov. var.
Gomphonema parvulnm, Grun.
Surirella ovalis, Bréb.
Surirella striatnla, Turpin.
Campylodiscns Clypeus, Ehr., sehr häufig.
Campylodiscns bicostatns, W. Sm.

Nr. 28. Harter Kalktuff mit Rinden von Sodanna.
Selten Reste von Campylodiscus Clypeus, Ehr.

Nr. 29. Sinterkalk (Kalaharikalk) vom Rande der Pfanne von Kalkfontein.
Keine Diatomeen.

Nr. 30. Pfannensandstein von Inkauani.
Keine Diatemoen.

Nr. 31. Kalkstein am Rande der Pfanne von Batsehukuru.
Keine Diatomeen.

Nr. 32. Kalkstein am Rande der Makarrikarripfanne.
Keine Diatomeen.

Nr. 33. Sinterkalk (Kalaharikalk) zwischen Ntschokutsa und Letlakani.
Keine Diatomeen.

Nr. 34. Sinterkalk (Kalaharikalk) von Pompi.
Sehr selten Spiculae von Spongien und ganz selten Schalenstücke von Epithemia.

Nr. 35. Sinterkalk (Kalaharikalk) von den [1]Kai[1]kaiborgen.
Keine Diatomeen.

Nr. 36. Sinterkalk (Kalaharikalk) von Ssepotes Kraal, Ngami.
Selten Spiculae und unbestimmbare Reste von Diatomeen.

Nr. 37. Sinterkalk (Kalaharikalk) von Ssepotes Dorf, Ngami.
Keine Diatomeen.

Nr. 38. Sinterkalk (Kalaharikalk) vom Ngami.
Keine Diatomeen.

Nr. 39. Kalkrinden auf Pfannensandstein von Olifantfontein.
Keine Diatomeen.

Nr. 40. Sinterkalk (Kalaharikalk) von [2]Kau[2]ganna.
Keine Diatomeen.

Nr. 41. Sinterkalk (Kalaharikalk) von Ssepotes Kraal, Ngami.
Keine Diatomeen.

Nr. 42. Sinterkalk (Kalaharikalk) von Naisseba.
Enthält keine Diatomeen, aber zahlreiche Zellen von Algen. Da dieselben noch merkwürdig gut erhalten waren, übergab ich sie dem bekannten Leipziger Algenforscher Herrn *Paul Richter* zur Bestimmung der Arten. Herr *Richter* schreibt mir darüber:

„Das Material enthält in ziemlich reichlicher Menge, noch bestimmbar Gleocapsa Magma (Bréb.), Kütz., Tab. phycol. I Taf. 22 Fig. 1, mit sehr starken Hüllen, so daß sie äußeren Mitteln (Salzsäure) wohl widerstehen konnten. Der innerste sphaeroideale Einschluß, mit der allerdings nicht mehr ganz und voll in die Erscheinung tretenden Zelle hatte eine Länge von 19 μ und eine Breite von 8,5 μ, eine mittlere enganliegende Hülle wurde nicht gemessen, wohl aber die äußere rötliche, deren Länge im Mittel 14 μ und Breite 10 μ maß. Zwillingsformen waren neben Einzelzellen häufig, und auch Vereinigungen zu Familien wurden mit 35—40 μ Durchmesser angetroffen. Diese mochten nach den Konturen zu urteilen Fragmente größerer Konglomerate sein, wie man sie im frischen Zustand finden kann.

Darunter fand man noch Reste von Fäden mit spärlichen Verzweigungen, aber ausgebleichtem Inhalt. Man dürfte nicht fehlgehen, wenn man sie Stigeoclonium zurechnet. Ein positives Resultat ließ

sich indes nicht feststellen, da mir wegen der Vorbehandlung des Kalkes nicht die Möglichkeit gegeben war, die Fäden in ihrer ganzen Ausdehnung nach ihrer Lagerung aufzuschließen. Hierbei sei auf den Konfervenmergel von Wjätka (russ. Gouvernement) hingewiesen, in dem *Ruprecht* (Bull. de l'academie de St. Petersburg Tafel IX p. 35) eine Stigeoclonium ähnliche Fadenalge fand, die er wegen der hockerig aufgetriebenen Glieder zur neuen Gattung Lithobryon erhob. Unsere Alge hatte nur in den fein ausgehenden Fäden eine Ähnlichkeit mit Lithobryon."

Nr. 43. Kalaharikalkrinden am Kudum-Fluß.

Keine Diatomeen, aber viele Zellen von
Gleocapsa Magma (Bréb), Kütz,
Stigeoclonium

und Teleutosporen von Rostpilzen.

Vergleichstabelle über die Verteilung der Diatomeenarten in den Sedimenten der Kalahari.

	A. Rezente Sedimente								B. Fossile Sedimente																
					Gastropoden-Schlamm					Kalaharikalke										Pfannenkalktuffe					
	Flußsand Ngami	Flußsand Ngami	Schlamm Ngami	Schlamm Schadum	Makarrikarri	?Garu	Nausche	Sodanna	Kalaharisand Meno a kwena	Toting	Toting	Meno a kwena	Meno a kwena	Meno a kwena	Namessan	Lettertree	Lettertree	Lettertree	Hardekoldrift	Kalkfontein	Kalkfontein	Kalkfontein	Lotlakani	Sodanna	Sodanna
Probe Nr.	1	2	4	3	1b	2b	3b	4b	6	10	11	12	13	14	16	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28
Amphora, Ehr.																									
A. lybica, Ehr.	×		×						×																
A. arenicola, Grun.					×																				
A. veneta, Kütz.									×												×	×	×		
A. Frickei, Reichelt									×																
Cymbella, C. Ag.																									
C. cymbiformis, Kütz.			×						×																
C. radiosa, Reichelt			×	×					×																
C. Ehrenbergii, Kütz.			×																						
C. aspera, Ehr.																									
C. Cucumis, A. Sch.			×						×																
C. lanceolata, Ehr.									×																
Encyonema, Kütz.																									
E. arcus, Ehr.			×		×				×																
E. lunula, Ehr.									×																
Mastogloia, Thwaites.																									
M. Grevillei, W. Sm.			×																			×			
M. Smithi, Thwaites					×																				

M. lanceolata, Thwaites													×											
M. Dansei, Thwaites																							×	
Stauroneis, Ehr.																								
St. Phoenicenteron, Ehr.			×						×															
Navicula, Bory.																								
N. elliptica, Kütz.			×						×													×	×	
N. Gastrum, Ehr.			×																					
N. radiosa, Kütz.			×						×															
N. Perrotettii, Grun.			×						×															
N. cuspidata, Kütz.									×												×	×	×	
N. cuspidata var. ambigua, Ehr.																					×	×	×	
N. menisculus, Schum.									×															
N. nivalis, Ehr.						×																		
N. crucicula, Donk.																							×	
N. pupula, Kütz.																					×			
Pinnularia, Ehr.																								
P. gibba, Ehr.									×															
P. parva, Ehr.			×																					
P. viridis, Kütz.			×				×		×															
P. Brebissonii, Kütz.					×																			
P. Hartleyana, Grev.									×															
P. Passargei, Reichelt									×															×
Neidium, Pfitz.																								
N. Iridis (Ehr.), Pfitz.			×																					
Anomoeoneis, Pfitz.																								
A. sculpta (Ehr.), Pfitz.									×				×									×	×	
A. sphaerophora (Kütz.), Pfitz.									×												×	×	×	×
Pleurosigma, W. Sm.																								
Pl. Kützingii, Grun.									×															

	A. Rezente Sedimente								B. Fossile Sedimente																
					Gastropoden-Schlamm				Kalahorikalke											Pfannenkalktuffe					
	Flußsand Ngami	Flußsand Ngami	Schlamm Ngami	Schlamm Schadum	Makarrikarri	Garu	Nausche	Sodanna	Kalaharisand Meno a kwena	Toting	Toting	Meno a kwena	Meno a kwena	Meno a kwena	Namessan	Lettertree	Lettertree	Lettertree	Hardekraalduft	Kalkfontein	Kalkfontein	Kalkfontein	Lotlakani	Sodanna	Sodanna
Probe Nr.	1	2	4	3	1b	2b	3b	4b	6	10	11	12	13	14	16	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28
Gomphonema, C. Ag.																									
G. gracile, Ehr.			×						×																
G. ventricosum var. african., Reichelt									×												×	×	×	×	
G. parvulum, Grun.																					×			×	
G. intricatum, Kütz.			×																						
Cocconeis, Ehr.																									
C. Placentula, Ehr.									×														×		
Epithemia, Bréb.																									
E. Zebra, Ehr.			×																						
E. turgida, Kütz.					×				×														×		
E. Argus (Ehr.), Kütz.				×							×		×	×	×	×		×	×	×		×	×		
Rhopalodia, O. Müller.																									
R. gibba (Ehr.), O. Müller	×	×	×	×	×				×		×									×	×	×	×		
R. ventricosum, O. Müller																					×	×	×		
R. gibberula (Kütz.), O. Müller			×		×				×					×					×	×	×	×		×	
R. argentina (Brun.), O. Müller									×														×		
R. vermicularis, O. Müller									×																
Eunotia, Ehr.																									
E. pectinalis (Kütz.), Rabh.			×																						
E. pectinalis var. undulata, Ralfs			×																						
E. Papilio, Ehr.			×						×																
Synedra, Ehr.																									
S. longissima, W. Sm.			×	×					×							×						×	×		

Fragilaria, Lyngb.																								
Fr. construens, Grun.	×	×	×						×															
Cymatopleura, W. Sm.																								
C. Solea, W. Sm.			×						×															
Hantzschia, Grun.																								
H. amphioxys, Grun.			×		×	×		×							×		×		×					
Nitzschia (Hassal), Grun.																								
N. amphibia, Grun.			×																					
N. acicularis, W. Sm.							×																	
N. dendicula, Grun.									×														×	
N. thermalis, Grun.																					×			
N. obtusa, W. Sm.																					×			
Stenopterobia, Bréb.																								
St. anceps (Lewis), Bréb.									×															
Surirella, Turpin.																								
S. biseriata, Bréb.			×	×					×															
S. elegans, Ehr.									×															
S. ovalis, Bréb.									×												×	×	×	×
S. striatula, Turpin.																								×
Campylodiscus, Ehr.																								
C. Clypeus, Ehr.					×				×				×	×	×	×					×	×	×	×
C. bicostatus, W. Sm.					×				×												×			×
Melosira, Ag.																								
M. crenulata, Kütz.	×	×							×														×	
M. granulata (Ehr.), Ralfs			×				×																	
Cyclotella, Kütz.																								
C. Meneghiniana, Kütz.			×						×												×	×	×	
Hyalodiscus, Ehr.																								
H. Debesi, Reichelt																							×	

Allgemeines über die Lebensweise der Diatomeen.

Die Diatomeen leben im Wasser; einige wenige Arten auch auf feuchter Erde. Nach ihrem Vorkommen im Süß-, Brack- und Meereswasser kann man spezifisch verschiedene Süß-, Brack- und Meerwasserbewohner unterscheiden. Es gibt aber auch viele Arten, welche sowohl im Meere wie auch im Brackwasser, und solche die im Brackwasser und im Süßwasser vorkommen. Einige wenige Arten können im Meerwasser und auch im Süßwasser leben. Die meisten Bacillarien sind aber gegen Wechsel im Salzgehalt des von ihnen bewohnten Wassers sehr empfindlich und gehen durch ihn zu Grunde, weil eine Verminderung des Salzgehalts den Turgor in der Zelle bis zum Zersprengen derselben steigert, während ein vermehrter Salzgehalt des Wassers den Druck in der Zelle bis zur Plasmolyse herabsetzt. Einige Arten besitzen gegen diesen schädlichen Wechsel im Salzgehalt des Wassers die Schutzeinrichtung der Craticularzustände. Wenn der Salzgehalt des Wassers sich soweit steigert, daß ihr Plasmaschlauch sich von der Zellhaut ablöst und sich nach dem Zellkern kontrahiert, so scheidet das Plasma innerhalb der alten Schalen ein Paar neue Schalen ab. Der Zwischenraum zwischen den alten äußeren und den neuen inneren Schalen ist dann erfüllt von dem bei der Plasmolyse ausgetretenen Zellsaft, einem neutralen Medium, unter dessen Schutz die Diatomeenzelle die Veränderung im Salzgehalt ihrer Umgebung überdauern und sich ihr anpassen kann. Bei manchen Arten haben diese inneren Schalen einen von dem normalen sehr abweichenden Bau; sie werden Craticularschalen genannt.

Nach der Art ihrer Lebensweise lassen sich die Diatomeen einteilen in frei bewegliche und in festgewachsene Arten. Die frei beweglichen weiter in solche, die durch besondere Schwebeeinrichtungen dazu befähigt sind, frei aber passiv im Wasser zu schweben und zu treiben (Plankton- oder pelagische Diatomeen), und solche, die mit eigenartigen Bewegungseinrichtungen versehen, am Grunde der Gewässer leben und im Schlamm derselben hin und her kriechen.

Die angewachsenen Arten sind teils durch kurze Schleimpolster, teils durch kürzere oder längere Gallertstiele oder Röhren an im Wasser wachsenden höheren Pflanzen, an Algen, untergetauchtem Holzwerk, manche auch an Steinen befestigt. In größeren Mengen findet man sie daher nur in solchen Gewässern, in denen ein reicher Bestand an Algen, Schilf oder anderen Wasserpflanzen vorhanden ist. Beim Absterben der Diatomeenzelle zerfließen die Gallertstiele und Polster, und sie fällt zu Boden.

Dorthin sinken auch die pelagischen Arten nach ihrem Tode zurück, und so bietet die Untersuchung des Grundschlammes ein sehr vollständiges Bild des Gesamtbestandes an Bacillarien. Der Zellinhalt und die organischen Bestandteile der Zellhaut verwesen und lösen sich auf und nur die verkieselten Schalen bleiben zurück. Aber auch auf diese wirken die auflösenden Kräfte des Wassers ein. Von den pelagischen Diatomeen haben viele Arten recht zarte, nur schwach verkieselte Zellhäute. Diese werden ziemlich rasch vom Wasser angegriffen und aufgelöst. Nur die robuster gebauten Melosira- und Cyclotellaschalen halten sich von allen Plankton-Arten längere Zeit. Sie bilden mit den Schalen der stark verkieselten sessilen und der robusten Grundformen den sogenannten Diatomeenschlamm, der im Laufe der Zeit durch den Druck seiner oberen Schichten und des über denselben stehenden Wassers zu einem ziemlich festen Sediment werden kann. Unter günstigen Umständen, deren Bedingungen aber gegenwärtig noch nicht bekannt sind, werden die Kieselschalen nicht weiter aufgelöst, und die Ablagerungen des Diatomeenschlammes können eine erhebliche Mächtigkeit erreichen. Gelegentlich der preußischen geologischen Landesaufnahme wurde eine Tiefbohrung im Petzinsee bei Potsdam ausgeführt. Es wurde von der Sohle des Sees bis zu den darunterliegenden Sanden eine 18 m mächtige Schicht von

festem rezenten Diatomeenschlamm durchbohrt. Bei fortschreitender Fossilisation entstehen aus solchen Sedimenten die Kieselgure und Diatomeenpelite.

In andern Fällen, deren genauere Ursachen unbekannt sind, bei denen aber die Anwesenheit von Kalk und Kalksalzen eine Rolle spielt, bleiben aber die Kieselschalen des Diatomeenschlammes nicht so gut erhalten, sondern es findet eine allmähliche Auflösung ihrer Substanz statt. Zuerst erscheinen nur die dünneren Stellen der schwächeren Formen angefressen, später sind nur noch angefressene robustere Formen vorhanden, und endlich erinnern nur noch Mittelfelder- und Zentralknotenüberbleibsel an das einstige Vorhandensein von Diatomeenschalen.

Dieser Auflösungsprozeß spielt gerade bei den fossilen Diatomeen der Kalahari eine ganz besondere Rolle, von welcher später die Rede sein wird.

Besonderes über die in der Kalahari gefundenen Diatomeen.

Amphora lybica, Ehr. Cleve Synops. II. 104. A. Schm. Atl. Tafel 26 Fig. 105.
Lebt im Süß- und Brackwasser Europas und Afrikas. Gefunden im Flußsand und Schlamm des Ngamisees.

Amphora venota, Kütz. Cleve Synops. II. 118. A. Schm. Atl. Tafel 26 Fig. 74—80.
Verbreitet im Süß- und Brackwasser von Europa, Afrika, Asien und Amerika. Gefunden im Kalaharisand von Meno a kwena und in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein und Lotlakani.


Abb. 35. Amphora obscura n. sp. 600 × vergr.

Amphora arenicola, Grun. Cleve Synops. II. 104. A. Schm. Atl. Tafel 27 Fig. 39—41.
Lebt im Brackwasser in Europa und Asien. Gefunden in Gastropodenschalen der Salzpfanne Makarrikarri.

Amphora obscura, nov. spec.
Frustel oval, Schalen 60—90 μ lang, 13—18 breit, ganz hyalin ohne Spur einer feineren Streifung. Dorsalseite stark gebogen, Ventralseite gerade. Zentralknoten undeutlich. Raphe sehr nahe längs der Ventralseite. Findet sich ziemlich häufig im Pfannenkalktuff von Sedanna. Da alle Diatomeen dieses Tuffes stark angegriffen sind, kann ich von dieser Art nur eine mangelhafte Diagnose geben.

Amphora Frickei, nov. spec.
Frustel breit oval, am Zentralknoten ganz wenig eingeschnürt. Schalen 112 μ lang, und von der Dorsal- nach der Ventralseite gemessen 5 μ breit. Mit sehr feiner Parallelstreifung versehen. Zentral- und Endknoten und die sie verbindende Raphe liegen ganz außen auf der Dorsalseite, wodurch die Schale eine Ähnlichkeit mit Rhopalodia erhält. Nur zweimal gefunden im Kalaharisand von Mono a kwena. Gewidmet Herrn Dr. phil. *Friedr. Fricke* in Bremen.


Abb. 36. Amphora Frickei, 600 × vergr.

Cymbella cymbiformis, Kütz. Cleve Synops. I. 172. A. Schm. Atl. Tafel 9 Fig. 76—79.
Lebt im Süßwasser von Nord- und Mitteleuropa, Japan, Tasmanien, Argentina, Socotra und Ostafrika. Gefunden im Ngamisee und im Kalaharisand von Mono a kwena.

Cymbella Ehrenbergii, Kütz. Cleve Synops. I. 165. A. Schm. Atl. Tafel 9 Fig. 6—9.
Lebt im Süßwasser von Nord- und Mitteleuropa und Nordamerika. Gefunden im Ngamisee.

Cymbella aspora, Ehr. Cleve Synops. I. 175. A. Schm. Atl. Tafel 9 Fig. 1, 2.
Lebt im Süßwasser von Europa, Japan und Neuseeland. Selten im Ngamisee.

Cymbella lanceolata, Ehr. Cleve Synops. I. 174. V. Heurck Synops. Atl. Pl. II Fig. 7.
Im Süß- und leicht brackischen Wasser in Europa und Socotra. Gefunden im Kalaharisand von Meno a kwena.

Cymbella Cucumis, A. Schm. Cleve Synops. I. 165. A. Schm. Atl. Tafel 9 Fig. 21, 22.
Im Süßwasser von Bengalen und Kamerun. Gefunden im Ngamisee und im Kalaharisand von Meno a kwena.

Cymbella radiosa, nov. spec.



Abb. 37. Cymbella radiosa, 600 × vergr.

Schalen schmal lanzettlich, 65—110 μ lang, 15—25 μ breit. Ventralseite leicht nach außen gebogen. Die mittleren Streifen radial, die anderen parallel ca. 8 auf 10 μ. C. radiosa steht der C. yarrensis nahe, unterscheidet sich von ihr besonders dadurch, daß die Streifen viel stärker sind und weiter entfernt stehen, und bis an den Rand der Bauchseite reichen. Häufig im Ngamisee.

Encyonema prostratum (Benk), Ralfs. Cleve Synops. I. 167. A. Schm. Atl. Tafel 10 Fig. 64—69.
Lebt im süßen und leicht brackischen Wasser in Europa. Im Ngamisee.

Encyonema lunula, Ehr. Cleve Synops. I. 168 (mit E. ventricosa vereinigt). A. Schm. Atl. Tafel 10 Fig. 42, 43.
Cosmopolitischer Süßwasserbewohner. Gefunden im Ngamisee.

Encyonema arcus (Ehr.), Ralfs. Ehr. in M. B. Berl. Ak. 1856, p. 328.
Im Süßwasser Innerafrikas. Gefunden im Ngamisee. Unterscheidet sich durch die viel gröbere Streifung von anderen Encyonema-Arten.

Mastogloia Smithii Thwaites. Cleve Synops. 152. V. H. Syn. Atl. Tafel 4 Fig. 13.
Lebt im Brackwasser: Ostsee, Mansfelder Seen, England, Caspisee, Australien und Tasmanien. In Gastropodenschalen der Makarrikarripfanne.

Mastogloia Grevillei, W. Sm. Cleve Synops. 152. V. H. Syn. Atl. Tafel 4 Fig. 13.
Lebt im süßen und leicht brackischen Wasser in Europa. Nicht selten im Ngamisee. Im Pfannenkalktuff von Kalkfontein Nr. 15.

Mastogloia lanceolata Thwaites. Cleve Synops. II. 153. A. Schm. Atl. Tafel 186 Fig. 21, 22.
Lebt brackisch und marin. Caspisee, Ostsee, Adria, Atlant. und Stiller Ozean. Gefunden im Kalaharikalk von Meno a kwena, Nr. 13.

Mastogloia Dansei Thwaites. Cleve Synops. II. 152. A. Schm. Atl. Tafel 185 Fig. 5—8.
Lebt im Süß- und Brackwasser in Europa und Australien. Im Kalktuff von Lotlakani, Nr. 26.

Mastogloia elliptica, Ag. Cleve Synops. II. 152. A. Schm. Atl. Tafel 185 Fig. 5—8.

Lebt im Brackwasser Europas und Südamerikas. Im Kalktuff von Lotlakani, Nr. 26.

Stauroneis Phoenicenteron, Ehr. Cleve Synops. I. 148. V. H. Syn. Atl. Tafel 4 Fig. 2.

Im Süßwasser Europas, Amerikas und Ostafrikas. Im Ngamisee und im Kalaharisand von Meno a kwena.

Navicula elliptica, Kütz. Cleve Synops. I. 92. V. H. Syn. Atl. Tafel 10 Fig. 10.

Lebt im Süß- und Brackwasser von Europa, Amerika und Ostafrika. Gefunden im Ngamisee, im Kalaharisand von Meno a kwena und in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein und Lotlakani

Navicula Gastrum, Ehr. Cleve Synops. II. 22. V. H. Syn. Atl. Tafel 8 Fig. 25, 27.

Lebt im Süßwasser von Europa, Nordamerika, Ostafrika. Gefunden im Ngamisee.

Navicula radiosa, Kütz. und var. acuta. Cleve Synops. II. 17. V. H. Syn. Atl. Tafel 7 Fig. 19, 20.

Kosmopolitischer Süßwasserbewohner. Im Ngamisee und im Kalaharisand von Meno a kwena.

Navicula menisculus, Schum. Cleve Synops. II. 18. V. H. Syn. Atl. Tafel 8 Fig. 20—22.

Lebt im Süß- und Brackwasser von Europa und Südamerika. Im Kalaharisand von Meno a kwena.

Navicula nivalis, Ehr. Cleve Synops. I. 130. V. H. Syn. Atl. Tafel 10 Fig. 21.

Seltene Süßwasserart, lebt in Schlesien, Mähren, Belgien, Finnland, Schweden und Australien. Häufig in Gastropodenschalen von ²Garu.

Navicula cuspidata, Kütz und ihre var. ambigua, Ehr. Cleve Synops. I. 109. V. H. Syn. Atl. Tafel 12 Fig. 4 u. 5.

Kosmopolit im Süß- und Brackwasser. Bildet unter Umständen sehr charakteristische Craticularschalen. Gefunden im Kalaharisand von Meno a kwena, im Pfannenkalktuff von Kalkfontein und Lotlakani, Nr. 24, 25 u. 26.

Navicula Perrotetti, Grun. Cleve Synops. I. 110. Pl. III Fig. 12.

Lebt im Süßwasser warmer Länder, in Italien, Java, Tonkin, Brasilien, Senegal, Neu-Guinea, Ostafrika. Bildet bisweilen sehr charakteristische Craticularschalen. Gefunden im Ngamisee und im Kalaharisand von Meno a kwena.

Navicula crucicula, W. Sm. Cleve Synops. I. 139. V. H. Syn. Atl. Tafel 10 Fig. 15.

Lebt im Brackwasser in Europa und Nordamerika. Fand sich selten im Pfannenkalktuff von Lotlakani.

Pinnularia viridis, Nitzsch. Cleve Synops. II. 91. A. Schm. Atl. Tafel 42 Fig. 11—14, 21—23.

Kosmopolit im süßen Wasser. Gefunden im Ngamisee, Nausche und im Sand von Meno a kwena.

Pinnularia gibba, Ehr. Cleve Synops. II. 82. A. Schm. Atl. Tafel 45 Fig. 48 u. 50.

Lebt im Süßwasser von Europa, Amerika und Ostafrika. Im Kalaharisand von Meno a kwena.

Pinnularia parva, Greg. Cleve Synops. II. 87. A. Schm. Atl. Tafel 43 Fig. 21.
Lebt im Süßwasser von Nordeuropa, Nordamerika und Australien. Im Ngamisee.

Pinnularia Brobissoni, Kütz. Cleve Synops. II. 78. A. Schm. Atl. Tafel 44 Fig. 17, 18, 24, 26.
Lebt im Süß- und Brackwasser von Europa und Amerika. In Gastropodenschalen der Makarrikarripfanne.

Pinnularia Hartleyana, Grev. Cleve Synops. II. 80.
Lebt im Süßwasser wärmer Länder: Liberia, Demerara. Im Kalaharisand von Meno a kwena. Die beobachteten Exemplare sind etwas schlanker als das von *Greville* gezeichnete.

Pinnularia Passargei, nov. spec.
Schalen breit-oval, nach der Mitte leicht einwärts gebogen, nach den Enden keilförmig verlaufend. 100 μ lang und in der Mitte 20 μ breit. Die lanzettliche Axialarea erweitert sich um den Zentralknoten zur kreisförmigen Axialarea. Rippen kräftig, in der Mitte radial, sonst parallel gestellt. Im Kalaharisand von Meno a kwena und im Tuffe von Sodanna. Herrn Dr. *Siegfried Passarge* in Steglitz bei Berlin gewidmet.


Abb. 38. Pinnularia Passargei, 600 × vergr.

Noidium Iridis (Ehr.), Pfitzer. Cleve Synops. I. 69. V. H. Synops. Atl. Tafel 13 Fig. 1.
Im Süßwasser von Europa, Amerika und Australien. Im Ngamisee.

Anomoeoneis sculpta (Ehr.), Pfitzer. Cleve Synops. II. 6. A. Schm. Atl. Tafel 49 Fig. 46—48.
Brackwasserbewohner Europas und Amerikas. Häufig gefunden im Kalaharisand von Meno a kwena, im Kalk von Meno a kwena und in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein Nr. 24 und Lotlakani Nr. 26.

Anomoeoneis sphaerophora (Kütz), Pfitzer. Cleve Synops. II. 6. A. Schm. Atl. Tafel 49 Fig. 49—51.
Lebt im Süß- und besonders im Brackwasser in Europa, Zentralamerika, Ostindien, Neuseeland und Ostafrika. Häufig im Sand von Meno a kwena und in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein Nr. 24 und 25, Lotlakani Nr. 26 und Sodanna.

Pleurosigma Kützingii, Grun. Cleve Synops. I. 115. V. H. Synops. Atl. Tafel 21 Fig. 14.
Lebt im Süßwasser in Europa, Amerika und Australien. Selten im Kalaharisand von Meno a kwena.

Gomphonema gracile, Ehr. Cleve Synops. I. 182. A. Schm. Atl. Tafel 236 Fig. 16—28.
Lebt im Süßwasser von Europa, Amerika, Australien und Ostafrika. Gefunden im Ngamisee und im Kalaharisand von Meno a kwena.

Gomphonema parvulum, Kütz. Cleve Synops. I. 180. A. Schm. Atl. Tafel 234 Fig. 1—19.
Im Süßwasser von Europa, Amerika, Australien und Ostafrika. Gefunden in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein und Sodanna.

Gomphonema intricatum, Kütz. und var. vibrio, Ehr. Cleve Synops. I. 181. A. Schm. Atl. Tafel 235 Fig. 4—14.
Im Süßwasser Nord- und Mitteleuropas. Im Ngamisee.

Gomphonema ventricosum var. africana, nov. var. A. Schm. Atl. Tafel 248 Fig. 18—20.



Abb. 39. Gomphonema ventricosum var. africana, 600 × vergr.

Schalen keulenförmig-lanzettlich mit stumpf abgerundeten Enden, 45—70 μ lang und in der Mitte 11—15 μ breit. Axialarea lanzettförmig. Striche 8—9 auf 10 μ parallel, die mittleren radial. Auf der einen Seite des Zentralknotens sind ein oder zwei Striche viel kürzer als die andern und auf der andern Seite stehen drei isolierte Punkte. Gomphonema ventricosum var. africana hat Ähnlichkeit mit G. dubravicense Part. und G. ventricosum var. ornata Grun. Im Kalaharisand von Meno a kwena, in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein Nr. 24 u. 25, Lotlakani Nr. 26 und Sodanna Nr. 27. Sehr häufig in Nr. 24. Scheint demnach ein Brackwasserbewohner zu sein.

Cocconeis Placentula, Ehr. Cleve Synops. II. 169. V. H. Synops. Atl. Tafel 30 Fig. 26, 27.

Lebt im Süß- und Brackwasser von Europa, Amerika und Ostafrika. Gefunden im Kalaharisand von Meno a kwena und im Pfannenkalktuff von Lotlakani Nr. 26.

Epithemia turgida (Ehr.), Kütz. De Toni, Syll. II. 2. 777. V. H. Synops. Atl. Tafel 31 Fig. 1 u. 2.

Im Süß- und Brackwasser von Europa und Afrika. Gefunden im Ngamisee, Makarrikarri, Mono a kwena Nr. 6 und Lotlakani Nr. 26.

Epithemia Zobra (Ehr.), Kütz. De Toni, Syll. II. 2. 784. V. H. Synops. Atl. Tafel 31 Fig. 9, 11—14.

Im Süß- und Brackwasser von Europa. Gefunden im Ngamisee.

Epithemia Argus (Ehr.), Kütz. De Toni, Syll. II. 2. 782. V. H. Synops. Atl. Tafel 31 Fig. 15—18.

Lebt in kalkhaltigen Süß- und Brackwässern Europas. Im Schlamm des Schadum und in den Kalaharikalken von Toting, Meno a kwena, ?Namessan, Lettertree und Hardekoldrift, sowie in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein und Lotlakani.

Rhopalodia gibba (Ehr.), O. Müller. De Toni, Syll. II. 2. 780. V. H. Synops. Atl. Tafel 32 Fig. 1, 2.

Kosmopolit im Süß- und Brackwasser. Im Ngami Nr. 1, 2, 4, Schadum, Makarrikarri, Kalaharisand von Meno a kwena, im Kalk von Toting Nr. 11 und in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein Nr. 23, 24, 25 und Lotlakani Nr. 26.

Rhopalodia ventricosum (Kütz), O. Müller. De Toni, Syll. II. 2. 781. V. H. Synops. Atl. Tafel 32 Fig. 4 u. 5.

Kosmopolit im Süß- und Brackwasser. Häufig in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein Nr. 24, 25 und Lotlakani Nr. 26.

Rhopalodia gibberula (Ehr.), O. Müller. O. Müller in Hedwigia 1899. S. 276. Tafeln 10 u. 11.

Lebt im Süß- und Brackwasser in Europa und Afrika. Gefunden im Ngami, Makarrikarri, im Kalk und Sand von Meno a kwona Nr. 6 und 12, in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein Nr. 23, 24 u. 25 und Sodanna Nr. 27.

Rhopalodia vermicularis, O. Müller. O. Müller in Engler botanische Jahrbücher. Bd. 22 S. 67. Tafel 1 Fig. 34—39, Tafel 2 Fig. 10, 11, 14.

Lebt im Viktoria-Nyansa und im Flusse Rukagara in Ostafrika. Gefunden im Kalaharisand von Meno a kwena.

Rhopalodia Argentina (Brun), O. Müller. J. Brun in Memoires de Physique et d'histoire naturelle de Geneve. Tomo XXX. Nr. 9 Fol. 36. Tafel III. Fig. 6.

Lebt in einem roten Ton in Naposta, Argentinien, fossil im Kalk von Jeddo, Japan. Gefunden im Sand von Meno a kwena und im Pfannenkalktuff von Lotlakani Nr. 26.

Eunotia pectinalis, Rabenh. De Toni, Syll. II. 2. 793. V. H. Synops. Atl. Tafel 33 Fig. 15—21.

Im Süßwasser von Europa, Amerika und Ostafrika. Gefunden im Ngamisee und im Pfannenkalktuff von Kalkfontein Nr. 24.

Eunotia robusta, var. Papilio, Grun. De Toni, Syll. II. 2. V. H. Synops. Atl. Tafel 33 Fig. 8.

Lebt im Süßwasser in Cayenne und Spitzbergen. Gefunden im Ngamisee und im Kalaharisand von Meno a kwena.

Synedra longissima, W. Sm. De Toni, Syll. II. 2. 654. V. H. Synops. Atl. Tafel 38 Fig. 3.

Lebt im Süß- und Brackwasser in Europa, Ostafrika. Gefunden im Ngamisee, Schadum, im Kalaharisand von Meno a kwena, im Kalaharikalk von Lettertree Nr. 18 und in den Kalktuffen von Kalkfontein und Lotlakani.

Fragilaria construens, Grun. De Toni, Syll. II. 2. 688. V. H. Synops. Atl. Tafel 45 Fig. 21—27.

Im Süßwasser in Europa, Amerika, Ostafrika. Gefunden im Ngamisee und im Sand von Meno a kwena.

Fragilaria mutabilis. De Toni, Syll. II. 2. V. H. Synops. Atl. Tafel 45 Fig. 12—18.

Lebt im Süßwasser von Europa. Gefunden im Ngamisee.

Cymatopleura Solea, W. Sm. De Toni, Syll. II. 2. 599. V. H. Synops. Atl. Tafel 55 Fig. 5—7.

Lebt im Süßwasser von Europa, Nordamerika, Südafrika. Gefunden im Ngamisee und im Kalaharisand von Meno a kwena.

Hantzschia amphioxys, Grun. De Toni, Syll. II. 2. 561. V. H. Synops. Atl. Tafel 56 Fig. 1—6.

Kosmopolit im Süßwasser und auf feuchter Erde, selten im Brackwasser. Gefunden im Ngamisee, in Gastropodenschalen der Makarrikarripfanne, [2]Garu und Sodanna, in den Kalaharikalken von [2]Namossan, Lettertree und Hardekeldrift.

Nitzschia amphibia, Grun. De Toni, Syll. II. 2. V. H. Synops. Atl. Tafel 21 Fig. 15—22.

Im Süßwasser von Europa, Amerika, Samoa. Im Ngamisee.

Nitzschia acicularis, W. Sm. De Toni, Syll. II, 2. 549. V. H. Synops. Atl. Tafel 70 Fig. 6.

Im Süßwasser von Europa, Amorika. In Gastropodenschalen von Nansche.

Nitzschia denticulata, Grun. De Toni, Syll. II. 2. 518. V. H. Synops. Atl. Tafel 60 Fig. 9, 10.

Lebt im Süßwasser in Europa, Japan, Amerika. Gefunden im Kalaharisand von Meno a kwena und im Pfannenkalktuff von Lotlakani.

Nitzschia hungarica, Grun. De Toni, Syll. II. 2. 504. V. H. Synops. Atl. Tafel 58 Fig. 19—22.

Lebt im Süß- und Brackwasser in Europa und Amerika. Gefunden in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein Nr. 24 und 25 und Lotlakani Nr. 26.

Nitzschia thermalis, Auerswald. De Toni, Syll. II. 2. 512. V. H. Synops. Atl. Tafel 59 Fig. 15—20.

In kalkhaltigem Wasser, besonders in warmen Quellen häufig, in Europa. Im Pfannenkalktuff von Kalkfontein Nr. 24.

Nitzschia obtusa, W. Sm. De Toni, Syll. II. 2. 533. V. H. Synops. Atl. Tafel 67 Fig. 1, 2, 5 u. 6.

Lebt im Brackwasser in Europa, Amerika, Asien, Afrika. Gefunden im Pfannenkalktuff von Kalkfontein Nr. 24.

Stenopterobia anceps (Lewis), Bréb. De Toni II. 2. 590. Lewis in Proc. Phila. Acad. Nat. Sciences, 1863 p. 342. Tafel 1 Fig. 3.

Sehr seltene Art des Süßwassers, lebend bekannt aus Nordamerika und vom Koppenteich im Riesengebirge, fossil in der Auvergne. Selten im Kalaharisand von Mene a kwena.

Surirella biseriata, Bréb. und var. constricta, Grun. De Toni, Syll. II. 2. 567. A. Schm. Atl. Tafel 22 Fig. 13, 14.

Im Süßwasser in Europa, Amerika und Ostafrika. Fand sich sehr häufig im Ngamisee und im Kalaharisand von Mene a kwena.

Surirella elegans, Ehr. De Toni, Syll. II. 2. 572. V. H. Synops. Atl. Tafel 71 Fig. 3.

Lebt im Süßwasser in Europa und Amerika. Im Kalaharisand von Mene a kwena.

Surirella ovalis, Bréb. und var. excelsa, O. Müller. De Toni, Syll. II. 2. 579 u. Hedwigia 1899 S. 314 Tafel 10 Fig. 1. V. H. Synops. Atl. Tafel 73 Fig. 2, 3.

Lebt im Brackwasser in Europa, Asien, Afrika. Im Kalaharisand von Mene a kwena und in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein, Lotlakani und Sedanna.

Campylodiscus Clypeus, Ehr. De Toni, Syll. II. 2. 615. A. Schm. Atl. Tafel 55, Fig. 1—3.

Lebt nur im Brackwasser und im Meere. Ist verbreitet in Europa und Amerika. Findet sich fossil sehr häufig in diluvialen Ablagerungen brackischen Ursprungs, z. B. Soos bei Eger, Christianstadt in Schweden u. a. Gefunden in Gastropodenschalen der Makarrikarripfanne, im Kalaharisand von Mene a kwena und sehr häufig in den Kalaharikalken und Pfannenkalktuffen von Sedanna, Lotlakani, Kalkfontein, ²Namessan, Lettertree und Mene a kwena.

Campylodiscus bicostatus, W. Sm. De Toni, Syll. II. 2. 626. A. Schm. Atl. Tafel 55, Fig. 7.

Lebt nur im Brackwasser und im Meere in Europa und Amerika. Gefunden in Gastropodenschalen der Makarrikarripfanne, im Kalaharisand von Mene a kwena und im Pfannenkalktuff von Kalkfontein und Sedanna.

Melosira crenulata, Kütz. De Toni, Syll. II 3. 1334. V. H. Synops. Atl. Tafel 88 Fig. 1—16.

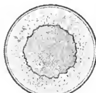
Im Süß- und Brackwasser von Europa und Amerika. Gefunden im Sand von Mene a kwena und selten im Pfannenkalktuff von Lotlakani.

Melosira granulata (Ehr.), Ralfs. De Toni, Syll. II. 3. 1334. V. H. Synops. Atl. Tafel 87 Fig. 7—18.

Im Süßwasser Europas. Im Ngami und in Nausche.

Cyclotella Meneghiniana, Kütz. De Toni, Syll. II. 3. 1354. A. Schm. Atl. Tafel 222 Fig. 25—31.

Lebt im Süß- und Brackwasser in Europa, Amerika, Asien und Ostafrika. Gefunden im Ngamisee, im Kalaharisand von Meno a kwena und in den Pfannenkalktuffen von Kalkfontein und Lotlakani.


Abb. 40. Hyalodiscus Debesi. nov. spec., 600 × vergr.

Hyalodiscus Debesi, nov. spec.

Schalen hochgewölbt, kreisrund, 65—70 μ Durchmesser. Umbilicus 38—42 μ Durchmesser, fein granuliert. Vom Umbilicus bis zum Rand ist die Schale mit sehr feinen, unregelmäßig stehenden Dornen in radialer Anordnung besetzt. Hierdurch, sowie durch die viel geringere Größe und robustoren Bau unterscheidet er sich von Hyalod. levis var. yarrensis, Ehr. von Yara-Yara, welchem er nahesteht. Nur fossil im Pfannenkalktuff von Lotlakani Nr. 26. Herrn *Ernst Debes* in Leipzig gewidmet.

Resultate und Folgerungen.

Die Proben der Ablagerungen vom Ngamisee Nr. 1, 2 und 4 enthalten reine Süßwasserarten von Diatomeen. Zwar können viele der aufgefundenen Diatomeen auch gelegentlich in mehr oder weniger salzhaltigem Wasser vorkommen. Weil aber spezifische Brackwasserbewohner durchaus fehlen, so ist es sicher, daß der Ngamisee, dort, wo er diesen Schlamm absetzte, ein Süßwassersee war.

Die Diatomeen der Kalaharikalke und der Pfannenkalktuffe sind durch das in den meisten Proben häufige Vorkommen des Campylodiscus Clypeus, Ehr., als Bewohner von Brackwasser gekennzeichnet. In den Tuffen Nr. 24 und 27 tritt daneben noch als ein sehr charakteristischer Halophyt Campylodiscus bicostatus auf.

Der Kalaharisand von Meno a kwena, welcher von allen untersuchten Proben am reichsten an Arten war, enthält eine Mischung der Süßwasserdiatomeen des Ngamisees mit den Brackwasserdiatomeen der Kalaharikalke und Tuffe.

Ein recht auffallender Unterschied zwischen den Kalken und den Pfannenkalktuffen der Kalahari ist in bezug auf die Menge der Diatomeen zu bemerken. Während in den Tuffen, welche Diatomeen führten, dieselben meist in reicher Anzahl vorhanden waren, zeigten die Kalaharikalke im allgemeinen eine befremdliche Spärlichkeit an solchen, sowohl an Individuen, wie auch an Arten. Häufig waren fast nur Campylodiscus Clypeus und Epithemia Argus, zwei robuste, derbschalige Arten. Es drängt sich dem Untersucher die Frage auf, ob die Diatomeenflora der Gewässer, welche diese Kalke ablagerten, wirklich so einförmig war. Will man nicht sehr ungewöhnliche, vom Bekannten abweichende biologische Verhältnisse annehmen, so dürfte es kaum der Fall gewesen sein. Bei der Untersuchung der lebenden Diatomeen eines Gewässers findet man zwar zeitweilig die eine oder die andere Art dominierend, das dauert aber immer nur verhältnismäßig kurze Zeit, und dann treten wieder andere Arten auf, welche auch wieder eine Zeitlang vorherrschen; denn die einzelnen Arten haben zu sehr verschiedenen Zeiten des Jahres das Maximum ihrer Vermehrungsfähigkeit. Am Grunde des Gewässers aber lagern sich die Schalen der sämtlichen Arten, die es im Laufe der Jahre bewohnten, nebeneinander ab. Man kann daher mit einiger Gewißheit annehmen, daß auch die Gewässer, welche die Kalaharikalke abgesetzt haben, eine ebenso reiche, in bezug auf die Arten vielleicht etwas anders zusammengesetzte Diatomeenflora beherbergten als die Gewässer, welche

die Pfannenkalktuffe ablagerten. Die Diatomeen mit dünner Kieselschale sind aber im Laufe der Zeiten der auflösenden Kraft des Wassers zum Opfer gefallen, und nur die robusten, starkwandigen Schalen der Campylodiscus- und der Epithemia-Arten sind erhalten geblieben. Daß das Wasser besonders im erwärmten, noch rascher im dampfförmigen Zustande die Kieselsubstanz der Diatomeenzelle in kurzer Zeit aufzulösen vermag, ist von Professor *Joh. Frenzel* durch das Experiment bewiesen worden.*)

Professor *Marsson* in Berlin beobachtete ein besonders rasches Auflösen der Kieselhülle bei Planktondiatomeen in solchen Gewässern, die viel doppeltkohlensauren Kalk enthielten.**) Auch an jungen Ablagerungen mancher Wiesenkalke, welche Diatomeen führen, z. B. an den Wiesenkalken von Bernhagen in Pommern, kann man sehen, wie beim Vorhandensein von Kalksalzen die Diatomeenschalen außergewöhnlich rasch angefressen und zum Teil aufgelöst werden.

Die drei Agentien: Wasser, Wärme und Kalk waren aber in der Kalahari anwesend, sie wirkten auf die Diatomeenablagerungen ein und lösten die Kieselsubstanz derselben auf. Etwas Genaueres über die bei diesen Auflösungsvorgängen sich abspielenden chemischen und physikalischen Prozesse ist meines Wissens zur Zeit nicht bekannt. Es scheint mir aber unzweifelhaft, daß sich das Wasser immer nur bis zu einem bestimmten Prozentsatz mit gelösten Kieselverbindungen zu beladen vermag. Sobald die Lösung durch die immerwährende Verdampfung des Wassers den Höhepunkt ihrer Konzentrationsfähigkeit erreicht hat, muß ein Wiederausfallen der gelösten Substanzen eintreten. Dieser Niederschlag scheint sich nun in den Kalaharikalken mit Vorliebe an die noch vorhandenen Kieselteilchen angelegt zu haben. Das feste Kieselzement, welches die übriggebliebenen Diatomeenschalen verkittet und selbst mehrmaligem Kochen in starker Schwefelsäure widersteht, ist wahrscheinlich nichts anderes als solche ausgefällte Kieselsubstanz. In der Probe Nr. 25 Pfannenkalktuff von Kalkfontein fanden sich nach dem Kochen in Schwefelsäure und in Sodalösung hirsekorn- bis erbsengroße gallertige Klümpchen, in denen noch Reste von Diatomeen sichtbar waren. Ich halte auch diese Partikel für ein Ausfällungsprodukt von gelöster Kieselsäure, die sich um die Diatomeenreste konzentriert hat. Da diese Ausfällungsprodukte bei dauernder Zufuhr von Lösung wahrscheinlich weiter wachsen werden, so möchte ich hierin den Beginn einer Gesteinsbildung sehen. Ich glaube, die in der baltischen Kreide, in der sich trotz ihres unzweifelhaft marinen Ursprunges keine Spur von Diatomeen findet, so häufigen Feuersteinknollen sind auf einen ähnlichen Prozeß zurückzuführen. Auch in der Kalahari kommen großartige Verkieselungserscheinungen vor, und vielleicht sind sie das Endprodukt verdunsteter mit Kieselsubstanz beladener Wässer.

Die Pfannenkalktuffe sind ausgezeichnet durch sehr häufiges Vorkommen solcher Diatomeen, die im Leben an andern Pflanzen festsitzen, wie Epithemia-, Rhopalodia-, Gomphonema-Arten, ferner durch die Häufigkeit der Kieselreste von Schilf-, Ried- und andern Gräsern. Sie scheinen demnach Bildungen aus flachen, mit vielen Pflanzen bestandenen, salzhaltigen Gewässern zu sein. Vielleicht sind sie Bildungen der Uferzone.

Die Häufigkeit der Craticularformen von Nav. cuspidata und Nav. ambigua zeigt, daß der Konzentrationsgrad der Salzlösung öfteren Schwankungen unterworfen war. Das durch Verdunstung an Salzgehalt bereicherte Gewässer ist durch starke Regen oder Überflutung zeitweilig wieder verdünnt werden. So blieb auch bei der überwiegenden Verdunstung des Wassers den Diatomeen die Möglichkeit der Existenz eine Zeit lang gewahrt. Denn wenn die Konzentration

---

*) „Naturwissenschaftl. Wochenschrift“ 12 Bd. Nr. 14 v. 4. April 1897.
**) Berichte a. d. Biolog. Station z. Plön. X. Bd. S. 194.

des Salzgehaltes ohne Unterbrechungen, wie die vermuteten, fortschreitet, so erreicht derselbe endlich eine Stärke, bei welcher alles Pflanzenleben aufhört. Das sind die Salzpfannen. Ihr kalkreicher Salzschlamm enthält, wie die Probe Nr. 7 zeigt, keine Spur von Diatomeenresten.

Für die Frage nach dem Alter der Kalaharikalke und Tuffe ist es von Wichtigkeit, darauf hinzuweisen, daß unter allen gefundenen Diatomeen keine einzige vorkommt, welche nur älteren als diluvialen Lagern eigen wäre. Die gefundenen Arten sind mit Ausnahme der neuen Arten lauter solche, wie sie in entsprechenden Gewässern noch heute leben.

Ferner ist der in den Kalken und Tuffen der Kalahari so häufig und massenhaft vorkommende Campylodiscus Clypeus bisher fossil in gleicher Häufigkeit nur aus diluvialen Brackwasserschichten, z. B. denen von Soost bei Eger, Christianstadt in Schweden, den Champlainschichten Nordamerikas bekannt. Aus dem Tertiär ist er mir nur aus marinen Sedimenten, in denen er aber immer nur vereinzelt vorkommt, z. B. aus dem ungarischen Miocän von Élesd, pontische Stufe, Szakal und Szent Peter, mediterane Stufe, Bery und Bremia, sarmatische Stufe, bekannt.

Campylodiscus Clypeus ist wahrscheinlich erst in jungtertiärer Zeit aus dem Meere in die Salzwässer des Binnenlandes eingewandert und hat sich in ihnen, wie es auch bei andern Halophyten vorkommt, in üppiger Weise vermehrt. Die Kalkbildungen der Kalahari, in denen er so massenhaft auftritt, werden demnach nicht früher als im jüngeren Tertiär abgelagert worden sein.

Beobachtete und gesammelte Pflanzen der Kalahariregion.*)

1) **Adenia glauca.** — Betschuanaland.

2) **Aloe-Arten.** — In der mittleren Kalahari lokal, aber stets nur auf Gestein. Reichlich im nördlichen Betschuanenland. Auf Sandsteinboden östlich des Makoko bei Lotlakane. Felstal des Denlh bei ¹Gam. ²Koa²narha-Hügel. Abhang und Vorland des ²Oasplateaus. Damaraland. In den ¹Kui¹kai- und Tschorilobergen nicht beobachtet.

3) **Amaryllideae.** — Sehr häufig in den Vleygebieten der Kalahari, in den Uferwäldern des Botletle und im Betschuanenland. Im Sandfeld ist eine Art häufig, deren schwarze runde Scheibenfrüchte im März den Boden bedecken.

4) **Aptosimum lineare.** — Buschwald am Limpopo.

5) **Aristida.** — Diese typischen Steppengräser setzen hauptsächlich die Grasflächen der Kalahari zusammen.

6) ²Auru, NgB.**) — Platte runde Knolle, 5—6 cm lang, 2½ cm dick. Windenpflanze an kleinen Büschen, die im August verdorrt ist. Schotenbüschel 10—12 cm lang, 3 mm breit. In den Schoten rechteckige, dunkelbraune, platte, gekrümmte Samen mit Pappus. Knolle gegessen. Sandfelder der mittleren Kalahari. **(Asclepiadaceae!)**

7) **Bauhinia Urbaniana.** — Im Herreroland und den Decksandgebieten der mittleren Kalahari häufig, aber nicht in geschlossenen Beständen. Fraglich, ob im Betschuanenland. Von Baum nicht gesammelt oder erwähnt; dürfte also der nördlichen Kalahari fehlen. Von Schinz auf dem Sandhügel bei Karakobis zusammen mit tropischer Vegetation erwähnt. (Schinz S. 359) und sonst als echter Kalaharistrauch bezeichnet (ibid. S. 475).

8) Baumwolle. — Wild bei Palapye gefunden. Nach Livingstone (Missionsreisen I S. 90) in zwei Arten am Ngami. Von mir daselbst nicht beobachtet.

9) Blaubusch — **Albizzia!** — Wurde im westlichen Okavangohecken an der Blaubuschpfanne beobachtet. Büsche mit blaugrünem Laub. Blätter länglich eiförmig, kurz gestielt; Rand mit hellen graugelben Härchen besetzt.

10) **Blepharis capensis.** — Palapye.

11) Boledsóa, Bet. **Loranthus curviflorus** auf Mangana (Ac. detinens). — Feuerrote Blüten. Betschuanenland. Loranthus L. Meieri Presl., der auch auf Mangana schmarotzt, wurde im Sebellagebirge von Baum gefunden (Baum S. 13).

12) Bonoto, Bet. — Amaryllidee mit flach auf dem Boden liegender Rosette von tonnenförmigem Umriß. Rote, prachtvolle Blüten Ende Oktober. Knolle kopfgroß, zum Verkleben lecker Tontöpfe benutzt. Im Betschuanenland und der ganzen mittleren Kalahari häufig in Vleygebieten und Uferwäldern.

13) **Brachystegia spicaeformis.** — Begleiter des Houtbusches (Baum S. 468). Höchstwahrscheinlich identisch mit dem Schotenbaum Mokutl (cfr. diesen).

14) **Catophractes brevispinosus.** — Palapye.

15) **Combretum apiculatum.** — Betschuanaland.

16) **Combretum Gueinzii.** — Buschwald, Palapye.

17) **Corchorus hirsutus.** — Betschuanaland.

*) Die gesammelten Pflanzen sind durch fettgedruckte Zahl gekennzeichnet.

**) NgB. = Ngamibuschmänner. KB. = Kaukaubuschmänner. Bet. = Betschuanen. Mak. = Makalaka. Bar. = Barutse. Mam. = Mambukuschu. Bur. = Buren.

18) **Corchoras triloeularis.** — Palapye.
19) **Coronopus integrifolius.** — Palapye.
20) **Corrigiola litoralis.** — Makalapse-Fluß, Betschuanaland.
21) **Craterostigma plantagineum.** — Betschuanaland.
22) **Cyphocarpa Zeyheri.** — Kaukaufeld, [2]Garu.
23) **Deackia capensis.** — Steppe am Limpopo.
24) **Dicliptera argoiensis.** — Palapye.
25) **Dicliptera betschuana.** — Betschuanaland.
26) **Dombeia rotundifolia.** — Palapye.
27) **Ehretia Passargei.** — Betschuanaland.
28) **Elephantorrhiza Burchellii.** — Häufiger Busch der Aristidasteppen in der südlichen und mittleren Kalahari. Von Schinz (S. 400) westlich von [2]Nuchu erwähnt. Fehlt anscheinend der nördlichen Kalahari.
29) [1]Erri, NgB. — Eßbare Knolle wie Kartoffel mit bräunlicher Schale, Rankenpflanze an Sträuchern. Westliches Okavangobecken, Vleybuschgebiet.
30) **Euphorbia sp.** — Große, baumartige, verästelte Euphorbien auf den Bergen des Bamangwato- und Matabelelandes. — Ssekoáte, Bet. Mosundu, Bar. — Im Kalaharigebiet nur armlange, schwarze, penisförmige, stachliche Euphorbien — Morólo —.
31) **Euphorbia sp.** — Strauch auf dem Tschopoingplateau bei Palapye aus blattlosen, runden bindfadenförmigen Stengeln mit Milchsaft. Der Strauch sieht wie ein Knäul aus Bindfäden aus.
32) [1]Gu, NgB. — Eßbare Knolle, die tief in der Erde steckt.
33) Gagága, Mam. **Cossia sp.** — Baum mit sehr langen Schoten. Tschoriloberge und [2]Kaugfeld. Weiter südlich nicht beobachtet.
34) [2]Gai[2]ká, NgB. **Commiphora africana.** — Auf ihm lebt die Pfeilgiftlarve der Buschmänner. Nach Baines ist der Betschuananame Maruru mapiri (Baines S. 412). Vleybuschgebiete des westlichen Okavangobeckens, am Botletle, Vleybuschgebiete östlich des Chansefeldes. Blätter gesammelt.
35) [2]Gárn, NgB. — Knolle ähnlich der von [2]Nu, aber scheibenförmig, 3 cm dick, 10 cm im Horizontaldurchmesser. Vleygebiete der mittleren Kalahari.
36) **Gomphocarpus fruticosus, var. angustissima** — Betschuanaland.
37) [2]Gúl, KB. **Sansevieria, cfr. bracteata.** — Bis fußhohe, welche, säbelförmige, im Querschnitt pfeilförmige Blätter. Beliebte Bastpflanze. Sandfelder der mittleren und nördlichen Kalahari, Vleybusch. Beliebtes Futter der Elandantilopen (Baum S. 470).
38) **Harpagophytum procumbens.** — Häufig in der nördlichen (Baum S. 370), mittleren und südlichen Kalahari, sowie im Herreroland, Etosagebiet und Ovamboland (Schinz).
39) **Heliotropium tuberculosum.** — Betschuanaland.
40) **Hibiscus micranthus.** — Betschuanaland.
41) **Hoffmanseggia Burchellii.** — Betschuanaland.
42) Hulánn, Bet. **Hibiscus.** — Häufig in den Kwebebergen und am Ngami. Nach Livingstone werden aus den Fasern Netze gemacht (Missionsreisen I. S. 92).
43) **Hypoestes verticillaris.** — Betschuanaland.
44) **Imperata arundinacea.** Gras mit Federbüscheln; auf abgebrannten Grasflächen, z. B. am Ngami. (Nach persönlicher Mitteilung von Professor Schinz.)
45) **Ipomaea fragilis, var. pubescens.** — Betschuanaland.
46) **Ipomaea Magnusiana.** — Kaukaufeld.
47) [2]Ku, KB. — Mandelbäume. Fünffingerige Blätter. Rinde hellbräunlich, schuppig. Früchte 4 cm lang; glatte, braune, süßliche Schalen, harter Kern. Samen wie Mandel; eßbar. Häufig in den [1]Kui[1]kaibergen.
48) Koma, Bet. — Papyrus. Okavangosumpfland.
49) Kumpáta, KB. **Grevia sp.** — Büsche mit harten, birnförmigen, rötlichen Beeren. Vleybuschgebiete der mittleren Kalahari. Lieblingsnahrung der Elefanten.
50) Kwekwé, Bet. Kwa, NgB.. **Cardamine sp.** — Häufige Bodenpflanze der Sandfelder in Vleybusch- und Berggegenden, z. B. Kwebe. Blüht im Dezember und Januar mit rötlichweißer Blüte.
51) Leboánn, Bet. **Acacia sp.** In Kwebe von einem Kaffern vielleicht fälschlich als Letschuntsháni, Bet., bezeichnet. Chari, NgB. — Niedrige Sträucher mit kleinen eirunden Blättchen, langen, weißen Dornen, gelben Blütenköpfen. Charakterpflanze für Kalkland. Umrahmt in

dichtem Gürtel alle Kalkpfannen, bedeckt oft in geschlossenem Bestand Flächen von mürbem Kalktuff und Kalksandstein. Mittlere Kalahari.

52) Lechóama, Bet. — Helle, trockene **Kürbisfrucht** (?), faustgroß, mit 20—30 cm langen, kantigen Stacheln, die meist abgebrochen waren. Lagen massenhaft lose im Busch nördlich des Wasserplatzes Mohissa. Pflanze unbekannt. Ferner ein einziges rudimentäres Stück dieser Frucht zwischen Chaase und [2]Kintsa im Dezember 1897 beobachtet. Anscheinend jagt der Wind die Früchte umher.

53) Loríssa, Bet. — nach Livingstone Lorúschoa (Missionsreisen I. S. 62) — [2]Kahha[2]ea, NgB. — Wasserreiche, kindskopfgroße Knolle, Pflanze mit lanzettlichen Blättern. Niedrige Büschel. Sehr erfrischendes „Getränk" der Buschmänner. In Sandfeldern der mittleren und südlichen Kalahari.

54) Lessikuáni. **Asparagus sp.** — Limpopo.

55) Letáya, Bet. — Busch mit fadenförmigen Blättern. Bamangwatoland.

56) **Lippia asperifolia** — Betschuanaland.

57) Litaka (Letaka, Lotlaka). **Phragmites communis.** — In der mittleren Kalahari im Okavangosumpfland, in trockenen Flußbetten lokal in Vertiefungen. [1]Kai[1]kaipfanne, Makarrikarribreken.

58) **Lobelia Breynii.** — Palapye.

59) Mabóa, Bet. Gén, NgB., Otschúla, Mbk. — Weiße Hutpilze mit Blättern auf der Unterseite des Huts. Wachsen stets am Fuß vom Termitenbaum. Wohl gezüchtet von den Termiten. Fußhoch und -breit. Eßbar, auch roh. Andere Pilzarten sind nach Livingstone glänzend rot und blau (Missionsreisen I. S. 325).

60) Machau. **Dichapetalum venenatum.** — Im Sandfeld von Humbe, im Kuene-Kubango-Gebiet (Baum S. 22). Nach Holub massenhaft im Madenassafeld (Holub: Ins Land etc. I. S. 308 ff). Vielleicht bei den Tschorilobergen, wo eine für das Vieh giftige Pflanze vorkommt. Deshalb werden dort keine Viehposten gehalten.

61) Mahúm, Bet. (?). **Acacia albida.** Anabaum in Südwestafrika. — Findet sich in drei isolierten Gebieten. 1) Limpopogebiet. 2) Herreroland von Otjikango-Otjisewa bis ins Kaokofeld hinein. Endet da, wo die Hyphaene beginnt (Schinz S. 465/66; Baum S. 479). 3) Vorland des Schellagebirges (Baum S. 457).

62) Makangwáni. **Pretrea zanguebarica.** — Betschuanaland.

63) Mokapana, Bet., [1]Ka, NgB. **Citrullus Naudinianus.** — Gelber Stachelkürbis. In der ganzen südlichen und mittleren Kalahari, sowie im Herreroland. Fehlt der nördlichen Kalahari.

64) Maagána. **Acacia detinens.** Hakdorn, Mumbóse, Bnr. — Im ganzen Betschuanaland, in der ganzen mittleren und wohl dem nördlichen Teil der südlichen Kalahari. Bevorzugt daselbst tiefgelegene feuchtere Stellen, Uferzonen der Flüsse (Tatigebiet, Botletle, Omuramba u Ovambo). Beginnt im Damaraland bei Rehoboth, nördlichstes bekanntes Vorkommen das westliche Vorland des Schellagebirges (Baum S. 13, 456). Fehlt anscheinend der nördlichen Kalahari ganz. Blühte Ende August 1896 im Tatigebiet. Nach Marloth ist Ac. detinens im Herreroland durch Ac. tenax vertreten.

65) Maratamáru, Bet. — nach anderer Quelle Mossetlà — **Klippvaalbusch.** — Bis fußhoher Busch mit weißen, weichen, dicht behaarten, ovalen Blättern und gelben und rotbraunen, Löwenmaul-ähnlichen Blüten. Charakterpflanze für die Kalkgegenden der mittleren Kalahari. Tritt fast rasenbildend in dichten Beständen auf. Die Pflanze war weder nach Baums, noch nach Schinz' Sammlungen zu bestimmen.

66) Massúm, Bet. — **Combretacee** — auf dem tiefen roten Sand des Kalahariplateaus am Okavango im Gebiet der Popafälle. Breite, ovale Blätter, Früchte mit vier Flügeln, Stamm grau, rissig.

67) Mawúta, Bet. — **Cissus?** — Merkwürdiger Baum. Dicker, kurzer, unten breiter, nach oben spitz zulaufender Stamm, gelbe, glatte Rinde mit dicken, gelben Papierlamellen. Lange, kahle Äste, die gerade aufsteigen und auf denen mattgraugrüne Blätter in kleinen Büscheln sitzen. Der Baum sieht aus wie ein riesiger (3 m hoher) Polyp mit aufragenden Fangarmen, auf denen Saugnäpfchen sitzen. Zahlreich bei Mohissa und zwischen Ntschokutsa und der Makarrikarripfanne. Sonst nicht beobachtet. Vielleicht ist er identisch mit dem Baum Kúdabe, NgB., an der gleichnamigen Pfanne (S. 333).

68) **Melhania prostrata.** — Kraut, bei Palapye gesammelt.

69) **Merremia angustifolia, var. ambigua.** — Kaukaufeld.

70) Milo, Bet. — **Vangueria infausta.** — Betschuanaland.

71) Moána, Bet. — **Adansonia digitata.** — [1]Üm, KB. — Südgrenze beginnt im nördlichen Ovamboland und geht über Namsche, die [1]Kai[1]kaiberge nach Tschoin. Dann über die drei Berggruppen des Ngamirumpfes nach der Tamalakanemündung. Weiterhin nördlich der

Ntwetwepfanne (Baines S. 416) und Holubs Tsitsanipfanne (Holub: Sieben Jahre usw. II, S. 63). Im Bamangwatoland zuerst bei Palapye beobachtet. In Angola findet er sich im Bereich des Mopanewaldes. In der mittleren Kalahari steht er gern auf den isolierten Bergen der Sandfelder (Tscheriloberge, ¹Kai¹kai, Ngamirumpf). Junge Exemplare bei Guru, Palmfontein, am Ngami, Kwebe.

72) **Mohóroro**, Bet. — Bäume nach Wuchs und Belaubung ähnlich Mohata, mit hellgrauer Rinde, Blätter hart, dunkelgrün. In den Uferwäldern des Tauchegebiets häufige und auffallende Bäume.

73) **Mochuilechaile**, Bet. — **Dichrostachys nutans.** ²Gwe, NgB. — In der ganzen mittleren Kalahari verbreitet, in den Uferwäldern der Flüsse, in den Wäldern der Berginseln, aber auch in dem ödesten tiefsten Kalaharisand aushaltend. Findet sich in der nördlichen Kalahari auf dem Nordufer des Kubango im Grenzgebiet zwischen Angola und Deutsch-Südwestafrika, ferner im Schellagebirge (Baum S. 461 u. 244). Belaubt sich erst nach dem Beginn der Regen, blühte im Januar 1897 in Kwebe.

74) **Machailíri**, Bet. **Taibosh**, Bur. **Commiphora?** — Strauch im nördlichen Betschuanenland und in der mittleren Kalahari auf Decksand und flachem Kalaharisand. Ähnlich Mokabi, aber mit glatten, weichen Blättern. Früchte mit vier Flügeln. Beobachtet im Bamangwatoland, Mahurafeld, Ngamirumpf, Chansefeld, wahrscheinlich aber noch weiter westlich und nördlich.

75) **Mochalíbi**, Bet. Baum mit zollgroßen, eirunden Blättern, mit aschgrauer Rinde, ähnlich im Äußeren dem Moroka (Burkea africana), Mohissaplateau.

76) **Mochŏcha**, Bet. **Strychnos sp.** Hellgraue Rinde, dunkelgrünes, hartes Laub, eßbare Früchte. Sandsteingebiet bei Palapye. Siehe Strychnos.

77) **Mochŏcho** (?), Bet. **Cissus Passargei.** — Gesammelt bei Palapye.

78) **Mochogári.** **Salix crateradenia.** — Betschuanaland.

79) **Mochálu**, Bet. **Zizyphus mucronata.** **Munganga**, Bar., **Wachenbitjen**, Bur. — Im Betschuanenland in der Nähe der Flüsse und Vleys. In der mittleren Kalahari im Bereich des Vleybusches, also an relativ feuchten Stellen, im Sumpfgebiet des Tauche und Botletle, in den Kiesteinsfeldern. Nach Baum in der nördlichen Kalahari in den gemischten Wäldern südlich der Houtbuschzone.

80) **Macholéla**, Bet. **Cadaba macrocarpa.** — Sträucher mit blaugrünem Laub. Gesammelt am Makalapse, im Juli blühend.

81) **Mochŏli**, Bet. — Hohe Bäume mit herzförmigen, gesägten Blättern. In den Uferwäldern am Botletle und Okavangosumpfland. Wahrscheinlich identisch mit dem Mogela oder Motsúri Livingstones (cfr. Motsúri).

82) **Mochonono**, Bet. **Terminalia sericea.** ¹Ga, NgB. **Geelhout**, Bur. — Der verbreitetste Baum der Kalahari. Im Bamangwatoland und Tatigebiet, in der ganzen mittleren und wahrscheinlich auch südlichen Kalahari. Hält im ödesten Sand aus. Im Ovamboland (Oschikeformation). In der nördlichen Kalahari als Begleiter des Houtbusches. Bekommt vor den Regen frisches Laub und Blüten. (Im Oktober 1897 in dem Chansefeld frisches Laub, Anfang Dezember blühend.)

83) **Mochŏrochoán**, Bet. **Strychnos sp.** — Giftige Früchte, die sich in nichts von den ungiftigen unterscheiden. Dagegen dunkel schwarzbraune, aus rechteckigen Schildern bestehende, dicke, rissige Borkenrinde, sonst wie der nicht giftige Strychnos.

84) **Mochoto**, Bet. **Acacia Giraffae.** **Gnug**, NgB. **Gŏseho**, Mak. — Im ganzen Betschuanenland. Wichtigster Charakterbaum der südlichen Kalahari. In der mittleren findet er sich in prachtvollen Exemplaren in den Uferwäldern des Botletle, Ngami, Tauche. Hauptbaum des trockengelegten Sumpflandes. Verschwindet im Sandfeld oder kommt daselbst nur vereinzelt in Buschform vor. Einzelne hohe Bäume kommen auch im Sandfeld vor, z. B. N.O. Gautsirra, leiden aber sehr unter Termitenfraß. Gewaltiger Baum bei ²Nakais, wohl letzter Rest des ehemaligen Uferwaldes. Im Damaraland endet er nördlich Omaruru, tritt aber wieder am Kunene auf (Schinz S. 465). Aus der nördlichen Kalahari erwähnt ihn Baum garnicht, wohl aber fand ihn Livingstone als ersten Dornbaum am Zusammenfluß des Liba und Liambye (Missionsreisen II. 146). Diese Art der Verbreitung enthält einen schwerlöslichen Widerspruch. Die große Verbreitung in der südlichen Kalahari deutet auf geringes Feuchtigkeitsbedürfnis hin. In der mittleren Kalahari aber wächst der Baum hauptsächlich nahe den Flußbetten mit Grundwasser und am Sumpfland selbst, verkümmert dagegen im trockenen Sandfeld. Sollte es sich nicht doch um zwei verschiedene Arten handeln?

85) **Mochótsi**, Bet. **Sansevieria, cfr. cylindrica.** In der mittleren Kalahari nur in den Uferwäldern des Botletle-Tauche-Gebiets unter hohen Bäumen. Große Verbreitung in der nördlichen Kalahari (Baum S. 197, 460, 470), und im Kunenegebiet (Ovamboland) (Schinz S. 472).

86) **Modumúfa**, Bet. **Combretacee.** — Herrliche, breitästige Bäume bei Palapye. In der Kalahari nie beobachtet.

87) Mogu, Bet. **Acacia haematoxylon.** Swart gatnavel, Bur. — Schöne Bäume mit lang herabhängenden, schwarzen Zweigen. Liebt feuchte Standorte. Im Betschuanenland, in der mittleren Kalahari, am Botletle, Ngami, Tauche in den Uferwäldern. In den Vleybuschgebieten. Fehlt dem roten Sand. Nur einmal, N.W. Malatschuai, am Fuß einer Sandstufe im roten Sand. Prachtvolle Exemplare im [2]Nossobtal bei Gobabis. Anderssons „schöne schwarzstämmige Mimose“ aus dem Herreroland (Andersson, Ngamisee I. S. 86).

88) Moháfu. **Acacia sp.** — Mit hellgrauen Zweigen, rotbraunen, hakenförmigen Dornen, mattgrüne Fiederblätter, braune Schoten. Bamangwatoland.

89) Moháhu, Bet. **Acacia sp.** — Sträucher vom Typus der Lobeana auf Kalkboden. Eirunde Blättchen, lange, weiße Dornen. Mosseyuberge.

90) Mohápa, Bet. [2]Doá, Kll. [1]Hau, NgB. — Bäume ähnlich der Burkea africana mit hell weißgrauer Rinde, langovalen Blättern; gefiedert. Gefunden in den Sandfeldern zwischen Okwa und dem Schadum zusammen mit Burkea. Vielleicht Pappen-Art.

91) Moháta, Bet. **Erythrina, cfr. latissima.** Olifantsoor, Bur. — Weiße Blüten. Im Bamangwatoland als hohe Bäume, desgleichen am Botletle, Ngami und Tauche. Geht in das Sandfeld über und hält sich zusammen mit Mochoneno noch in dem trockensten tiefsten Sand. In der ganzen mittleren Kalahari, wahrscheinlich auch in der südlichen. Baum hat sie in der nördlichen nicht gesammelt. Neue Blätter im Oktober 1897 im Chansefeld.

92) Mohetéle, Bet. — „Der Veränderer“. Wilder Indigo. Am Ngami nach Livingstone (Missionsreisen I. S. 90) zum Färben von Baumwollzeug benutzt.

93) Moka, Bet. **Acacia sp.** — Baum mit langen weißen Dornen, langen, grünen, gewellten und hakenförmig gekrümmten Schoten. Trockengelegtes Sumpfland bei [1]Gm.

94) Mokábi, Bet. **Combretum herreroense.** — Einer der wichtigsten, oft Bestände bildenden Sträucher des Betschuanenlandes. Geht auf Decksand durch die ganze mittlere Kalahari ins Herreroland. Findet sich sicher im Etosagebiet, fraglich ob im Ovamboland. Sicher im Kaukaufeld, aber fraglich, ob im [2]Kungfeld nördlich des Schadum. Von Baum in der nördlichen Kalahari nicht gefunden. Wichtiger Charakterbaum der mittleren Kalahari bei mäßig tiefem Sand. Blühte im Uferwald des Botletle Anfang Dezember 1896.

95) Mokalátsi, Bet. **Combretacee.** — Bäume mit harten, ovalen, fingerlangen, dunkelgrünen Blättern, Früchte mit vier Flügeln. In den Uferwäldern des Tauchesumpflandes an der Kaudummündung.

96) Mokáte der Nord-, Kengwe der Südbetschuanen. **Citrullus caffer.** — Vom Kapland und Freistaat an durch die ganze südliche und wohl den größten Teil der nördlichen Kalahari. Sicher nachgewiesen bis Mahurafeld, Kaukaufeld und Herreroland. Fraglich, ob im Madenassa-[2]Kungfeld und Ovamboland. Aus der nördlichen Kalahari nicht bekannt. Gedeihen am üppigsten auf trockengelegtem Alluvialland. Hauptnahrung des Wildes im Sandfeld. Waren früher viel zahlreicher als heutzutage.

97) Mokóha, Bet. **Acacia Passargei.** Knoppidorn, Bur. — Bis 10 m hoher Baum mit starkem, geradem Stamm, der mit dicken, spitz zulaufenden Knoten bedeckt ist. Eirunde Blätter, frisches Laub Anfang, weiße, lange Blütenkätzchen Ende September (Palapye). Lange Schoten. Alte Bäume ohne Dornen, junges Gebüsch aber mit spitzen, gekrümmten, kurzen Haken. Beginn im Betschuanenland am Makalapse. Bildet Bestände mit wenig Unterholz von Mochailiri und Moloto. Häufig im südlichen Matabeleland, in der Makwechene (Holub: Ins Land I. 276), und bis weit über den Sambesi hinaus. In der mittleren Kalahari an zwei Stellen. Einmal zwischen Lotlakane und Ntschokutsa. — Hier mag ein Zusammenhang mit dem östlichen Gebiet über das Makarrikarribecken bestehen. Sodann am Tauche zwischen den Popafällen und Dilatáchos Dorf lokal in Gruppen. An den Popafällen als niedriges, dichtes Gestrüpp. Fehlt anscheinend der nördlichen Kalahari.

98) Mokanángu, Bet. — Stachlige Sträucher mit kurzen, dicht stehenden Blättern, die wie Dornen abstehen und mit Spitzen enden. Blüten weiß, rote, eßbare Beeren. Makalapse. Uferwald. Am Okavango-Botletle nicht beobachtet.

99) Mo [2]Kea, Bet., nach anderen Angaben Móro Mossetlá genannt. M'kong (Kuangari). **Peltophorum africanum.** — Vom Kunene bis zum Bamangwatoland. Wurde beobachtet im Bamangwatoland, im Mahurafeld um Lechuchuna auf Decksand, im Kaukaufeld auf Decksand; im Tauchegebiet auf trockengelegtem Sumpfland; im Ovamboland (Schinz S. 252); am Kunene im Überschwemmungsgebiet und in den Niederungswäldern des Kubangogebiets. Schließlich im Vorland des Schellagebirges.

100) Mokoróba, Bet. Binsen. **Juncus sp.** — Okavangosumpfland.

101) Mokropí, Bet. **Boscia Pechuelii.** Wet gat boom, Bur. — Im Betschuanenland häufig. Geht durch die ganze mittlere Kalahari ins Herreroland. Sowohl im Vleybusch, als im tiefen, roten Sand. Vermeidet die Berge und das Sumpfland. Im [2]Kungfeld nicht mehr beobachtet. Fraglich, ob im Madenassafeld. Fehlt der nördlichen Kalahari, dagegen am Kakulovar nach dem Schellagebirge hin von Baum wahrscheinlich beobachtet (Baum S. 23). Purpurrote Blütentrauben im Oktober auf dem Mohissaplateau.

102) Mokumótu, Bet. (in Palapye nach vielleicht falscher Angabe Motápo genannt), Ssápo, Mak., Mómo, Mam., itdo, NgB., Fevertree der Engländer, weil er nur in Fiebergegenden vorkommen soll. Mittelgroße Bäume mit gelblichem, glattem Stamm, von dem schwarzbraune Schilder abgesprungen sind. Häufig schälen sich Papierlamellen ab. Der Stamm schwitzt reichlich weißes, bitter schmeckendes Harz aus. Äste rechtwinklich abstehend, Blätter dreizählig wie beim Klee, umgekehrt eiförmige, gezähnte Blätter, ganz ähnlich den Blättern der Commiphora, auf der die Giftlarve lebt. Lange, gerade Dornen. Kleine rote Blüten mit 5 Blumen- und 5 Kelchblättern, die an der Basis der Dornen sitzen. Blüht im September (Palapye), wenn blattlos. Früchte im Januar (Kwebe). Sehr häufiger Baum des Bamangwato-Matabelelandes. Häufig am Botletle, am Ngami und in den Bergen des Ngamisumpfes und in den Vleygebieten des Hainafeldes. Im Chansefeld, westlichen Okavangobecken, Tauchesumpfland und Kaukaufeld habe ich ihn nicht notiert, und ist sein Vorkommen daselbst zweifelhaft. Sicher wächst er auf den Tschorilobergen. Auf dem ^{2}Oasplateau nicht beobachtet.

103) Mokuǒni, Bet. — **Gymnosporia buxifolia.** Sträucher mit grünem Laub und Stacheln. Mariko und Limpope. Fehlen dem Botletlegebiet.

104) Mokúru, Bet. **Hyphaene ventricosa.** Kolahni der Kwandostämme. — Wichtiger Charakterbaum des Übergangsgebiets von der mittleren zur nördlichen Kalahari. Beginnt am Knokofeld am 19.^{5} s. Br. Im Ovamboland bei Okaloko (18.° Schinz S. 220), östlich zwischen Okamambuti und Omuramba u Omatako. Verschwindet schnell östlich Ondonga im Sandfeld. Im Kaukaufeld nördlich ^{2}Garu. Bei ^{1}Gam (Levisfontein) fand Schinz noch 10 bis 15 Palmen, die nicht mehr existieren. Nur niedriges Gestrüpp am Ngami, am Südrand des Makarrikarribeckens; in Lotlakane, wo 3 Palmen stehen, während Livingstone 26 fand. Dinokana (Holub: Sieben Jahre ... II. S. 57). Im Kunenegebiet folgt sie der Verbreitung des Mopanewaldes. Große Verbreitung am Kubango, Kwando und Sambesi.

105) Mokúti, Mam. Wahrscheinlich **Brachystegia spicaeformis.** — Blätter sehr ähnlich wie Burkea africana, aber lang oval, dunkelgrün, glänzend. Früchte olivengrün bis dunkelbraun, schillernd, behaart, von der Form der Brachystegia, kurz gestielt. Hingen im Juli (^{2}Kungfeld) und Oktober (Loaleplateau). Loaleplateau, Tschoriloberge und ^{2}Kungfeld (sehr häufig). Nach Baum Begleiter des Houtbusches.

106) Mokúschong, Bet. — Wichtigster Charakterbaum des Okavangosumpflandes. Hohe, gewaltige Bäume mit schwarzgrauem, geschildertem Stamm. Gefiederte Blätter, zollang, länglich oval. Nach Andersson auch häufig im Ovamboland. Endet östlich am Tamalakane, geht kaum am Botletle entlang. Ist an sumpfigen Boden gebunden und stirbt in dem trockengelegten Sumpfland schnell ab. Im Sandfeld nur zweimal als isolierte Riesenbäume gefunden, nämlich im Bett des Schadum, da, wo der Weg zur Zebrapfanne abbiegt, und an der Kraalpfanne.

107) Molóte, Bet. **Acacia cfr. ferox.** — Beide haben die gleichen Schoten und Blätter, aber Ac. ferox soll aschgrauen Stamm haben, während Moloto eine gelbliche Rinde besitzt. Im Betschuanenland und der ganzen mittleren Kalahari. Im ^{2}Kungfeld nicht beobachtet. Fraglich, ob im Herreroland. Im öden Sandfeld nicht selten. Schöne Bäume in den Uferwäldern des Tauche und Botletle. In Gesteinsfeldern zuweilen zerstreut mit wenig Büschen ausgedehnte Bestände bildend. Wahrscheinlich auch in der südlichen Kalahari.

108) Menáte, Bet. **Albizzia anthelmintica.** — Bäume nach Belaubung ähnlich Mokeba, aber ohne Dornen. Wuchs schirmförmig. Das Harz — morúku — wird gegessen. Zahlreich im Bamangwatoland. Nach Livingstone vom Bakwenaland bis Angola beobachtet (Missionsreisen I. S. 70). Nach Holub im Madenassafeld (Holub: Sieben Jahre II. S. 96). Von mir in der Kalahari nirgends beobachtet. Nach Baum auf dem Schellagebirge (Baum S. 461).

109) Mopáne, Bet. **Copaifera mopane.** — Hat eine sehr eigenartige Verbreitung. 1) Großes östliches Gebiet, umfaßt Bamangwatoland nördlich des Makalapse, Matabeleland, Makweebene (Holub), Makarrikarribecken (Livingstone, Holub, Baines), Madenassafeld (Holub, Baines), Sambesigebiet. Im Mahurafeld begegnete ich ihm zuerst vor dem Makoko, dann war er häufig von Lotlakane bis Pompi, wo er endete. Von Schulz (S. 78) aus der Gegend von Linyanti erwähnt, also wohl bis zum Mababe gehend. Nördlich des Sselinda fand Schulz noch schönen Mopanewald (S. 95), also im südöstlichen Mabulafeld. Wie weit er sich daselbst ausbreitet, ist unbekannt, wächst aber in der Ebene zwischen Kwando und Sambesi (Livingstone I. S. 114). 2) Kleines Gebiet südlich des ^{2}Nummassere bis südlich Maschubes Dorf und westlich bis in die Nähe der Kraalpfanne. Wald auf dem Kalaharisand mit Moroka und Mochonono. 3) Nördliches Herreroland, beginnend südlich Otjomungundi (Schinz S. 209) und nördlich Otjongoro (Andersson: Der Okavangostrom S. 14), Etosabecken, Ovamboland, Sandfeld zwischen Kunene und Kubango bis an die Grenze des Houtbusches im Norden. Ostgrenze unbekannt. Fehlt den Uferwäldern des Kubango und Kunene. Häufigster Baum von dem Küstenvorland am Schellagebirge bis zum Tschitanda (Baum S. 152).

110) Mopapáua, Bet. **Commiphora sp.?** — Hohe Bäume mit grünlich-gelblich-weißer Rinde, die sich in papierdünnen Lamellen ablöst. In der Trockenzeit völlig kahl. Lange, braune Schoten. Die weißen verästelten Kronen sind von weitem sichtbar. Sandsteinberge des

Bamangwatolandes, Granitberge des Matabelelandes. Tschoriloberge. Gebirge des Herrerolandes (Mitteilung von Schinz). Wächst nur auf felsigen Bergen, fehlt stets den Ebenen.

111) Mopípa, Bet. **Boscia microphylla.** — Betschuanenland und mittlere Kalahari. Fraglich ob im Madenassafeld und im Herreroland, aber wahrscheinlich. Aus der nördlichen Kalahari nicht bekannt, im ²Kungfeld nicht beobachtet. In Vleyhusch auf rotem Sand, in Gesteinsfeldern und trockengelegtem Sumpfland.

112) Moporéta, Bet. **Kigelia sp.** — Tauchesumpfland. Am Botletlo nicht beobachtet.

113) Mopúru, Bet. — Baum ähnlich der Burkea africana, aber die Blätter sind lang oval, weich und haben eine deutliche Spitze. Häufig im ²Kungfeld. Auch auf der Ostseite der Tchoriloberge. Mpuru wurde ein Baum am Schaschani genannt mit graugrüner Laubkrone; Blätter Weidenform. Fraglich, ob identisch mit dem Baum des ²Kungfeldes.

114) Morâma, Bet. **Bauhinia esculenta.** ²Kahba, NgB., mit gewaltiger Knolle, die im Chansefeld die Gesteine zersprengt. In der ganzen mittleren Kalahari, wohl auch in der südlichen und im Herreroland. Fraglich, ob im Madenassafeld und Ovamholand. Nicht beobachtet im ²Kungfeld. In der nördlichen Kalahari von Baum nicht gefunden.

115) Morétloa, Bet. ²Kuru, KB. Kruis bessi, Bur. **Parinarium sp.**, von Livingstone mit Grevia flava identifiziert. — Im Betschuanenland und der ganzen mittleren und südlichen Kalahari. Im ²Kungfeld stellenweise nahe dem Okavango. Hauptsächlich im Vleybusch, aber auch im roten Sand; z. B. östlich der Tschoriloberge, zwischen Kandum und Schadum massenhaft. Hauptbusch des „Bonte Veldts". Die Beeren sind angenehm süßlich-säuerlich. Lieblingsnahrung der Elefanten. In der nördlichen Kalahari scheint diese Art zu fehlen, da Baum die „Kreuzbeere" oder sonst eßbare Früchte von Grevia nicht erwähnt.

116) Moróeha, Bet. **Amaryllidee.** — Sehr häufig im Botletlewald. Schöne rote Blütenstände.

116a) Morochoán siehe Strychnos.

117) Moróka, Bet. Mohĕhĕ, Mam. ¹Kai, NgB. Sereng Bur. **Burkea africana.** Dieser vom Bahr el Ghasal bis Natal gehende Baum ist in der Kalahari sehr verbreitet, meist streckenweise den Wald bildend, und zwar stets auf losem, rotem, tiefem Sand. Südliche Kalahari westlich Kanya. Vom Loaleplateau bis Okwa und im ²Kungfeld. Häufig in der nördlichen Kalahari östlich des Tschitanda im Gebiet der Houthuschwälder, und zwar daselbst auf den höchsten, trockensten Sandhöhen. Im Madenassafeld nach Holub (Sieben Jahre II. S. 96).

118) Morólo. Bet. — Schwarze, unterarmlange und -dicke, stachelige **Euphorbia.** Kalkplatte westlich Ntschokutsa und sonst vereinzelt in Gesteinsfeldern und Flußgegenden, Matabeleland und Betschuanenland.

119) Moro Mossetlá, Bet. **Acacia aff. caffra.** — Gewaltige Bäume mit breiter Krone, auffallend gelbgrün; mit kleinen Dornen. Im Betschuanenland gesammelt. Mächtige Bäume südlich Palapye beobachtet. Im Vorland des Schellagebirges (Baum S. 457). Vielleicht sind hiermit identisch Akazien südlich Maschabes Dorf in Steppenlandschaft, die auch More Mossetla genannt wurden. Dann wäre die Verbreitung dieser Akazie sehr merkwürdig. Móro Mossetlá wurde vielleicht fälschlich im Bamangwatoland nach Peltophorum africanum genannt.

120) Moropapíle, Bet. ²Koáha, NgB. — Strauch mit länglichen, weidenähnlichen Blättern, hirsekorngroße, braune Früchte. Häufig auf dem Ngamirumpf bis Hainafeld auf Decksand und mäßig tiefem Sand. Wahrscheinlich auch im Chanse-, Kaukau- und Mahuraield.

121) Morotonócha, Bet. Dióri, NgB. — Strauch mit graugrünen Blättern, langen, geraden Dornen, roten Pflaumen mit mandelähnlichem, weichem Kern. Fruchtfleisch sauer, aber erfrischend. Wächst in den Uferwäldern des Botletle und Okavangosumpflandes, sowie auf den Bergen des Ngamirumpfes, mit Vorliebe unter hohen Kameldornbäumen. Am Limpopo nicht gefunden.

122) Morúhu. Revierboom. **Combretum.** Höchstwahrscheinlich **C. glomeruliflorum.** — Hauptcharakterbaum des Limpopogebiets. Bäume mit hellgrauer Rinde, hohe Luftwurzeln wachsen dicht am und im Wasser. Die langen, horizontalen Äste neigen sich vom hohen Ufer her bogenförmig ins Wasser hinab. Eigenartigster Baum des Limpopogebiets. Fehlt durchaus dem Botletle-Okavangogebiet.

123) Morúkalu, Bet. **Carissa bispinosa.** — Strauch bis Baum mit grünen, langen Stacheln. Im Uferwald des Marike-Limpopo. Sehr auffallende Bäume. Fehlen dem Okavango-Botletlegebiet durchaus.

124) Morúla, Bet. **Sclerocarya Schweinfurthii.** — Wichtigster Baum des Ovamholandes und des Kunenewaldes bei Humbe. Wird dagegen von Baum aus der ganzen nördlichen Kalahari nicht erwähnt. Fehlt also wohl ganz. Östlich Ondonga verschwindet er schnell (Schinz S. 473), erscheint aber östlich wieder nördlich des Omuramba u Ovambo (Andersson: Okavangostrom S. 106), anscheinend mit den Sandwellen. Auf den Berggruppen der Kalahari-¹Kai¹kai-Tschorilo und den Bergen des Ngamirumpfes, am Ngami und Botletle. Auffallenderweise finde ich in meinen Büchern keine einzige Notiz über das Auftreten dieses sehr auf-

fallenden Baumes im Tauchegebiet, obwohl ich gerade dort sehr auf die Vegetation achtete. Sollte er wirklich fehlen? Daß ich ihn im nördlichen Gebiet (Makaus Dorf und weiter nördlich) übersehen haben sollte, möchte mir zweifelhaft erscheinen. Im südlichen Gebiet könnte er aber doch wohl vorkommen. Endet östlich am Botletle etwa bei Meno a kwena. Nicht erwähnt im Madenassafeld und Makarrikarribecken. Sehr verbreitet im Bamangwatoland, Matabeleland, südlich des Gwai (Mohr: N. d. Viktoriafällen II. S. 4), und im Sambesigebiet. Die Verbreitung dieses Baumes auf den Bergen der Kalahari und den feuchten Flußufern ist sehr auffallend. Im Ovamboland soll er ein Fremdling sein (Schinz S. 472).

125) Maschäschä, Bet. — Strauch der Decksandgebiete mit weidenähnlichen, länglichen, glänzend grünen Blättern, vom Mabarafeld bis zu den Tschorilobergen häufig. Fehlt dem tiefen, roten Sand.

126) Moschauka, Bet. **Acacia arabica** — Im Bamangwatoland beobachtet, fehlt der Kalahari, kommt aber im Schellagebirge wieder vor (Baum S. 461).

127) Mossákapála, Bet. **Mundulea suberosa**. — Häufiger Baum mit auffallenden lilafarbigen Blütentrauben. Zahlreich bei Mabäle a pudi und Schaschani, also am Ostrande des Kalahariplateaus. Nach Livingstone sehr häufig bei Lohotani, also im Grenzgebiet der Kalahari und des mittleren Betschuanenlandes (Missionsreisen I. 71). Von Baum am linken Kubangoufer gefunden (18.° s. Br.). Im Schellavorland (Baum S. 457). Sehr auffallend ist ein ganz lokales Vorkommen an der Pfanne ²Gasso im Chansefeld. Sonst nie beobachtet, obwohl der Baum sehr in die Augen fällt. Blüt Ende September bis Oktober.

128) Mossélesélе, Bet. **Acacia sp.** — Ähnlich Mochailechaile und auch Sitsi. Graue Zweige, lange, graue Dornen. Blätter wie Peltophorum africanum. Gefunden im Bamangwatoland, Kwebegebiet und Chansefeld. Mag aber noch viel verbreiteter und oft mit Sitsi (Ac. hebeclada) verwechselt worden sein.

129) Mossóte, Bet. — Baum mit großer, grüner Krone und langen, gezähnten Blättern. Mabäle a pudi-Tal (Bamangwatoland).

130) Mossú, Bet. Muanyabaru, Bar. Hakenstick, Bur. **Acacia horrida**. — Die Verbreitung dieses Baumes ist eigenartig. Zahlreich an den Flußläufen des ganzen Betschuanen- und Matabelelandes. Am Marico und Limpopo z. T. gewaltige Schirmakazien. In der Kalahari hauptsächlich in Vleybuschgebieten, gut entwickelt an Flußufern und in dem trockengelegten Sumpfland, ferner in Gesteinsfeldern. Charakterbaum der Kalkplatten des Makarrikarribeckens. Verschwindet dagegen im roten Kalakarisand und verkümmert zu Büschen. Endet am Schadum nach Norden hin und wurde im Tauchegebiet zuerst südlich Maschabes Hof beobachtet. Im Herreroland beginnt er bei Rehoboth, ist dann häufig, endet aber bereits mit dem Beginn der Cop. Mopane (Schinz S. 465). Östlich des ²Nossob verschwindet er nach v. François in der südlichen Kalahari im Sandfeld völlig, scheint also dem ganzen Süden zu fehlen. Er steht also im Gegensatz zur Ac. Giraffae, die gerade in der südlichen Kalahari üppig entwickelt ist. Fehlt anscheinend in der ganzen nördlichen Kalahari. Nur Livingstone erwähnt aus der Ebene zwischen Kwando und Sambesi auf Sanderhebungen eine weißdornige Akazie, die er mit Ac. horrida identifiziert (I. S. 243).

131) Metabángi, Mak. — Strauch mit rauhen, lang ovalen Blättern. Die Früchte sind drei zusammenstehende Nüsse mit rauher, häutiger Schale und mäßig hartem Kern, der gegessen wird und wie Haselnuß schmeckt. Massenhaft im Kwebegebiet, z. B. Mosseyanberge. Dürfte besonders im Osten (Matabele-Maschonaland) vorkommen.

132) Metantagen (?), Bet. **Hypoestes verticillatus**. — Uferwald des Limpopo.

133) Motauáni, Bet. — Baum mit grauer, rissiger Rinde, eiförmig gesägten Blättern. Braunviolette Röhrenblüten. Kwebeberge. Blühend im Januar 1897. Mit demselben Namen wurde auch ein Strauch bezeichnet, der in den Kwebebergen ungemein häufig ist, mit dunkelgrünen, rauhen, starkgerippten Blättern, sehr ähnlich unserem Haselnußstrauch.

134) Mót'ha, Bet. **Pterocarpus sp.** — Bäume mit gewaltiger dunkelgrüner Krone, die fast bis zum Boden herabgeht, so daß der Baum wie eine riesige grüne Kugel aussieht. Vereinzelte Bäume in der Umgebung von Palapye. Fehlt dem Kalaharigebiet. Mit demselben Namen wurde wohl fälschlich ein Baum bezeichnet, der Mokumotu (= Motapo) sehr ähnlich ist, mit ihm zusammen im Tatigebiet vorkommt und dicke, mit grauen, rundlichen Schildern bedeckte Rinde besitzt. Die Krone ist weniger verästelt als bei Mokumotu.

135) Motsántsa, Bet. **Bauhinia macrantha**. — Sicher nachgewiesen im Kaukaufeld, Chansefeld und umliegende Sandfelder, Ngamirumpf, bes. Kwebegebiet, Botletlewald, Hainafeld. Keine Notizen über ihr Vorkommen im Mabarafeld. Nach Baum Begleiterin des Houtbuschwaldes (S. 468). Wahrscheinlich auch im Ovambo- und Herreroland. Blüte Anfang Dezember im Chansefeld. Am Kuelleis (15.° s. Br.) bereits im Oktober (Baum S. 251).

136) Motssóli, Mam. **Copaifera coleosperma**. — Gewaltige Bäume mit dunkelgrüner Krone, schwarzbrauner, borkiger Rinde, die abspringt. Darunter wird ein hellrötlicher Stamm

sichthar. Rote Bohnen, die mit Knallen abspringen. Sie heißen Sschí (Mambukuschu). Mit diesem Wort identisch ist wohl der Name des Baumes bei den Banyetti am Sambesi — Mosibo — (Livingstone: Missionsreisen I. 276) und Mtsebibi bei den Kuangari. Früchte als Mehl in gekochtem Zustand genossen. Stamm für Kanus. Verbreitung hauptsächlich in der nördlichen Kalahari als Begleiter des Houtbusches. Hauptbaum der gemischten Wälder (S. 469, 246, 60). Nach Livingstone zahlreich im Banyettegebiet — d. h. dem östlichen Barutsesandfeld. Südlich des Sambesi auf der Wasserscheide bei Pandamatenka von Holub erwähnt (Sieben Jahre II. S. 112, Baum mit Samen, die knallend aufspringen). In der mittleren Kalahari nur im ^{2}Kungfeld nördlich des ^{2}Kaudum und auf der Ostseite der Tschoriloberge. Auf dem Sandrücken von Karakobis in riesigen Exemplaren als anscheinend isoliertes, südlichstes Vorkommen (Schinz S. 359).

137) Motschába, Bet. **Ficus?** — Mächtige Bäume mit hellgrauem bis weißem oder gelbem Stamm, der von der tiefgrünen, dichten Laubkrone sich scharf abhebt. Uferwald des Botletle und des Okavangosumpflandes. Ausgesprochener Flußbaum. Verschwindet sofort in dem trockengelegten Sumpfland. Fehlt dem Limpopogebiet.

138) Motsiára, Bot. **Terminalia prunoides.** — Sehr häufiger Baum der mittleren Kalahari. Beginnt im Westen bei Rehoboth, geht bis zur Etusachene (Schinz S. 465, 469, 325). In der nördlichen Kalahari ein Charakterbaum des Boute Veldts (Baum S. 471). Ferner zwischen der Houtbuschzone und dem Schellagebirge. Im Gamhosgebiet in Aloe und Aristidasteppe (Baum S. 136, 322). Häufig vom Schadum bis Okwa, im Ngamirumpf, im Tauche-, Ngami-, Botletle-Gebiet und Hainafeld. Er bildet auf festem Gestein z. T. undurchdringlichen Busch — bes. Ngamirumpf, Südseite des Ngami — umgibt häufig die Kalkpfannen. Im Sandfeld bevorzugt er den Vleysand und kommt im roten nur ausnahmsweise vor. Nur zwischen Hainafeld und Kwebe treten Streifen hohen Busches mit Motsiara auf. Auffallend sind zuweilen vereinzelte Baumriesen in tiefem, rotem Sand, z. B. südlich ^{2}Ganna. Im Makarrikarribecken nicht beobachtet, dagegen zwischen Ntschokutsa und dem Makoko. Verschwindet östlich dieses Flußbetts schnell. Fraglich, ob im Madenassafeld. Im Bamangwatoland und Tatigebiet nicht von mir beobachtet.

139) Motsíbi, Bet. — Echter Flußbaum mit großen, herzförmigen, gesägten Blättern. Mächtige, dunkelgrüne, pyramidenförmige Krone. Tauche-, Ngami-, Botletlegebiet.

140) Motsúri, Bet., oder Moyala. — Häufiger Baum des Botletle-, Okavango-, Sambesigebiets im Uferwald, mit hoher, zypressenähnlicher Krone. Rote, säuerliche Früchte, wie Pflaumen von Kirschgröße (Livingstone: Missionsreisen I. 90, 277, II. 177). Ich vermag diesen Baum nicht zu identifizieren. Wahrscheinlich ist er identisch mit dem Machóli, Bet. (Moyela!), der einen pyramidenförmigen Wuchs hat, seine Früchte sind mir aber nicht bekannt.

141) Motswére, Bot. Omumborombonga (Herrero, Stammherr der Damara), Hardekol oder Loodhout der Buren. **Combretum primigenium.** — Riesige Bäume mit fast weißer, rissiger Rinde und graugrüner, lichter Krone, Eichenwuchs. Im ganzen Betschuaneuland, namentlich in der Nähe der Flüsse, im Tatigebiet aber bereits zurücktretend. In der mittleren Kalahari in allen Gesteinsfeldern, z. T. in Riesenform, ferner ein Hauptcharakterbaum des Botletle-Ngami; tritt aber am Tauche gegen die eigentlichen Flußbäume zurück. Dagegen gut entwickelt im trockengelegten und in Steppe übergehenden Sumpfland. Er tritt noch bei Makaus Dorf in hohen Bäumen auf, dürfte aber den ^{2}Kaudum nicht überschreiten. In den Tschorilobergen auf der westlichen Kalkebene. Im Madenassafeld an den Pfannen, z. B. an der Jeria Vley (Holub: Sieben Jahre II. S. 99). Im Herreroland beginnt er bei Omaruru und am oberen Swakop, geht hinauf bis Zesfontein im Kaokofeld, $18^1/_2{}^\circ$ s. Br. (Schinz S. 466). Nach Andersson beginnt er bei Otjongoro, 21.° s. Br. und wächst an Flußläufen (Andersson: Okavangostrom S. 15). Fraglich, ob im Gebiet von Grootfontein. Von Baum in der nördlichen Kalahari nicht beobachtet.

142) Motubáni, Bet. — Weißblühende Bäume mit eirunden Blättern am Lager bei Palapye. Blühend September 1896.

143) Namrómo, Ha. — Sträucher mit rauhen Blättern, wie Haselnuß. Südlich Palapye.

144) ^{2}Ngu, NgB. — Milchsaftgebende Windenpflanze in Sträuchern und Bäumen. Früchte 4 bis 6 cm lang, Blätter dunkelgrün, Saft zu Pfeilgift ^{2}oá benutzt. Kwebeberge.

145) ^{2}Nu, NgB. — Kleine eßbare Kartoffel mit einer Längsfurche, weißliche, glatte Schale, platt gedrückt. Die Blätter bilden 20 cm hohe Büschel. Vereinzelt zwischen Gras im Sandfeld der mittleren Kalahari.

146) ^{2}Núi, KB. — Eßbare Knollen, die durch lange Stengel kettenartig zusammenhängen. Ganifeld. Vielleicht Harpagophyton? (Schinz, nach persönlicher Mitteilung).

147) **Nymphaea coerulea.** — Botletle und Tauchesumpfland, Vleys der Kalahari, z. B. Hakobis. Nach Baum im Kwando, Kubango und Tschitandu.

148) Phéïa, Bet. Opuntien. — In Palapye angepflanzt.

149) **Peristrophe bicalyculata.** — Makalapse-Fluß.

150) **Plumbago zeylanica**. — Uferwald des Limpopo.

151) **Polycarpa cosymbosa**. — Kaukaufeld.

152) Póka, Bet. — Grasart, deren Samen in Zeiten der Not gesammelt und gegessen werden. Tauchegebiet, z. B. bei [1]Gan.

153) **Potamogeton sp.** — Wasserpflanzen mit langen dünnen Blättern und kleinen, hirsekorngroßen Früchten. Kalkpfannen des Chansefeldes.

154) **Ruellia ovata**. — Kaukaufeld.

155) **Salsola aphylla**. — Seifenbusch auf den Grasflächen (Aristida) der Kalahari häufig.

156) Salzstachelgras. — Gelbliches, steifes, daher etwas stechendes Gras des Salzpfannengebiets Weite Wiesenflächen am Tauche in dem trockengelegten Sumpfland und am Ngami. Bilden dichte Rasen. Auch innerhalb der Kalkpfannen der Sandfelder. Oft von Chapman und Holub (Sieben Jahre II. S. 61) erwähnt.

157) Schépe, Bet. [2]Kŏro, KB. [3]Gnóë, NgB. — Windenpflanze mit dunkelroten, giftigen, fleischigen Früchten mit vielen Kernen. Blätter fünffach tief gelappt. Blüten klein, gelblich. Eßbare Knolle 12 cm lang, 8—10 cm dick, steckt entweder ganz in der Erde und muß ausgegraben werden, oder sie steckt halb über der Erde und kann herausgezogen werden, und ist dann 12 cm lang, 3—4 cm dick. Wahrscheinlich zwei verschiedene Arten unter demselben Namen. Blüten und Früchte im Februar im westlichen Okavangobecken.

158) **Senecio apiifolius**. — Limpopogebiet, Betschuanaland.

159) **Setaria sp.** — Stachelgras auf der Kalkebene westlich der Tscheriloberge. Sonst in der mittleren Kalahari nicht beobachtet. In der nördlichen Kalahari das kosmopolitische Unkraut S. aurea (Baum S. 175, 480, 458).

160) **Sida ovata**. — Palapye.

161) Sídnu, Bet. **Asparagus racemosus**. — In dem Uferwald des Limpopogebiets.

162) Sitsí, Bet. **Acacia hebeclada**. — In der ganzen mittleren Kalahari weit verbreitet. Geht zusammen mit Mochonono, Mohata und Mochailechaile bis ins ödeste Sandfeld. Dagegen in den Uferwäldern hohe Bäume. Tritt zwischen anderen Büschen auf, bildet aber auch, namentlich im westlichen Okavangobecken, geschlossene, niedrige Bestände. Beginnt im Damaraland bei Rehoboth (Schinz S. 465) und geht bis ins Etosabecken (Schinz S. 323), ja bis ins Schellingebirge und den Mopanewald des Kunenegebiets (Baum S. 243, 466). Mit Sitsí sind wahrscheinlich mehrere Akazien von mir verwechselt worden, die denselben Habitus haben.

163) Ssekchopána, Bet. Ritati, Bar. — Die **Aloe** des Sandsteingebiets bei Palapye.

164) Ssokupána. — Wichtige Rasenpflanze der Kwebeberge. Weiße Blüten.

165) Ssepássepáni. — Kleiner Busch mit harten, länglich ovalen Blättern. Die Wurzeln sind lange Ruten, die gekocht als Abführmittel dienen. Sandfelder des Kwebegebiets.

166) Ssinyámi, Bet. Kewó, NgB. **Amaryllidacee** mit prachtvoller roter Hyazinthenblüte Mitte Dezember 1896, mit grauen Früchten Mitte Januar 1897. Uferwald des Botletle und Kwebeberge.

167) Ssoróa, Bet. [2]Kudi, NgB. — Windenpflanze, 1—2 Fuß hoch, Blätter hart, fleischig, lanzettlich, Blüte klein, gelblich im Januar. Knolle wie Kartoffel. Eßbar. Rankt an Sträuchern der Sandfelder der mittleren Kalahari.

168) **Strychnos**. — Wichtiger Charakterbaum der feuchteren Gegenden. Zwei Arten im Mangwatoland — Mochócha, Bet. und Mochororhoán, Bet. — Fraglich, ob im Madenassafeld, sicher am Kwando-Sambesi (Livingstone: Missionsreisen I. 276). Am Ngami (also auch Okavangosumpfland) und im Ovamboland Strychnos spinosa, in der nördlichen Kalahari ist der Str. Schumanianus im Gebiet der Hontbuschwälder und gemischten Wälder, sowie am Tschitanda sehr häufig. Ein Strychnos sp. kommt im [2]Kungfeld vor, einen fand Andersson in dem Gebiet der parallelen Sandwellen zwischen Ovamboland und Kubango (Okavangostrom S. 119). Die Buschmänner machen aus den Kernen Fett zum Salben der Haut. Kerne geröstet und gegessen. Das südlichste bekannte Vorkommen von Strychnos ist die oft erwähnte Sandinsel bei Karakobis, und zwar Strychnos cfr. Inocua (Schinz S. 359).

169) **Sutera coucinna**. — Betschuanaland.

170) Tápe, Bet. Tnuna, NgB. — Bis mannshohes Kraut. Blätter dreifingerig, lanzettlich mit unregelmäßigem Rand. Blüte rosa, Röhre mit 5 Lappen, innen blutrot. Ungemein häufig in den Kwebebergen, dichte Bestände bildend. Die zerquetschte saftige Pflanze wird als Gegengift gegen Schlangenbiß auf die Wunde gelegt. Von einem Engländer angeblich mit Erfolg bei einem Pferde angewandt.

171) Tóla, Bet. — **Solanacee** mit gelben Früchten. Mittleres Betschuanaland, häufig.

172) **Tricholaena rosea**. — Kaukaufeld.

173) Tsácbu, Bet. — Krokus mit faustgroßer Knolle, die gegessen wird. Limpopowald.

174) T s á r o, Bet. **Phoenix reclinata.** — Nur im Tauchegebiet. Von Baum am Kubango gesammelt (Baum S. 180). Fehlt den Sand- und Gesteinsfeldern der Kalahari.

175) T s a r í k a k e, Bet. [2]G o s s i, NgB. — Im Gesträuch rankende, weißblühende Pflanze mit Brennhaaren. Kwebeberge, im Januar blühend.

176) U i n t j e s, Bur. **Cyperus esculentus.** 'K á n ü, NgB. ǂH a n (Hottentotten). — Fußhoher Busch mit langen, gerippten Blättern an im Zickzack verlaufendem Stengel. Zwischen Gras in den Sand- und Gesteinsfeldern. Knollen als Mehl gegessen. Beliebte Nahrung der Tiere, z. B. Perlhühner, Schweine u. a.

177) **Vigna cfr. triloba.** — Kaukaufeld.

178) W o l f e r s b o s c h. — Strauch mit hellgrauen, dornigen Zweigen, Früchte rosenrot, vierflügelig, weich, saftig, eßbar. Sollen in der Kapkolonie vorkommen. In der Ebene südlich des [2]Oasplateaus beobachtet.

Register I. Autoren.

Register II. Länder- und Ortsnamen.

Die fettgedruckten Buchstaben und Zahlen bezeichnen die Quadrate auf der Übersichtskarte, wo die Orte liegen.

Register III. Geographie, Geologie, Klima.

Register IV. Vegetation und Phytopaläontologie.*)

*) Vergl. Anhang IX.

Register V. Zoologie und Paläontologie.

Register VI. Bevölkerung, Verschiedenes.

Druckfehler.

S.	48	Zeile	12	von	unten:	Stolzenfels statt Stolzenburg.
„	53	„	3	„	oben:	Gervillia statt Grevillia.
„	54	„	29	„	„	Rehobot statt Rhehobot.
„	61	„	15	„	unten:	Senn statt Senna.
„	181	„	20	„	„	Massarinyani Vley statt Bolibing.
„	201	„	20	„	„	Kaiksandstein statt Sinterkalk.
„	400	„	25	„	„	fünf statt sechs.
„	413	„	6	„	oben:	[3]Nansche statt Nausche.
„	414	„	10	„	„	Nr. 334 statt Nr. 392.
„	426	„	4	„	„	Batauana statt Bamangwato.
„	455	„	16	„	„	Mopuru statt Mopura.
„	457	„	4	„	„	Kuimarva statt Kuimara.
„	502	„	19	„	„	Nr. 376 statt Nr. 377.
„	514	„	2	„	unten:	Lotlakani statt Tlakani.
„	515	„	12	„	oben:	Mokabi statt Mokoba.
„	526	„	17	„	„	von Fritsch statt v. Fritsch.
„	543	„	25	„	„	Liambye statt Liabye.
„	546	„	25	„	„	Sereng statt Serejag.
„	565	„	1	„	„	3) Das Becken des tropischen Sandfeldes statt **III. Das Becken des tropischen Sandfeldes.**
„	586	„	19	„	„	Basisbreccienschichten statt Basiskonglomeratschichten.
„	587	„	8	„	unten:	Basisbreccien statt Basiskonglomerat.
„	630	„	12	„	oben:	Diesen statt Dem.
„	687	„	25	„	unten:	[2]Gaso statt [3]Gasso.

